تنمية
القابليات العلمية والرياضية
لدى أبنائنا

إطار مفاهيمي ودليل عملي للآباء والمربين



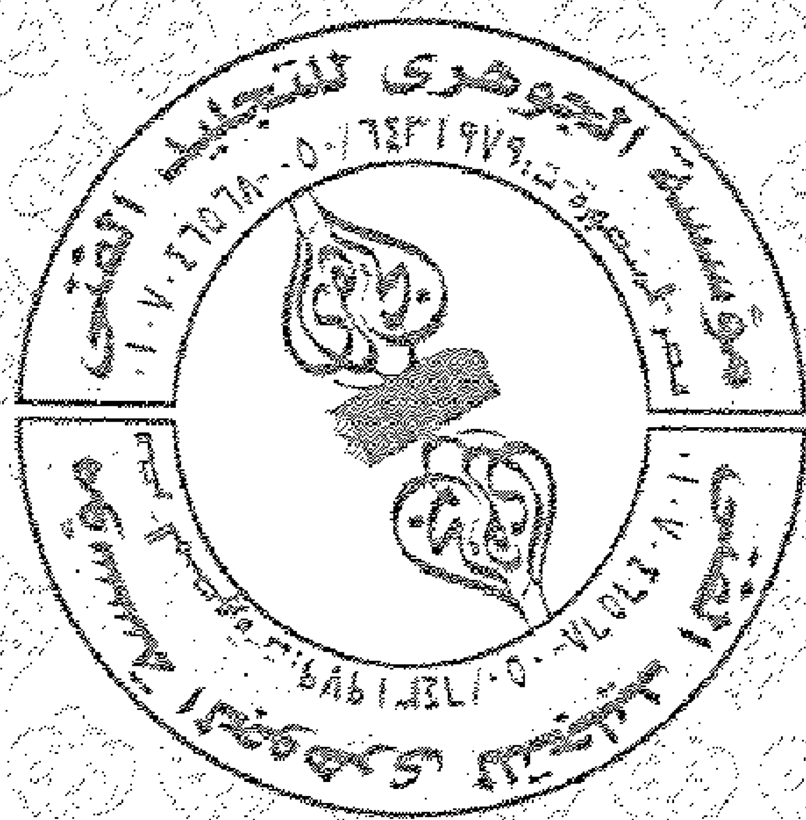
إعداد

الأستاذ الدكتور
حمدي أبو الفتوح عطيفة

الأستاذة الدكتورة
عايدة عبد الحميد سرور

دار النشر للجامعات





تنمية القابليات العلمية
والرياضية لدى أبنائنا

بطاقة فهرسة

فهرسة أثناء النشر إعداد الهيئة العامة لدار الكتب والوثائق القومية

إدارة الشئون الفنية

عطيفة، حمدي أبو الفتوح.

تنمية القابليات العلمية والرياضية لدى أبنائنا: «إطار مفاهيمي ودليل عملي للآباء والمربين»/ إعداد حمدي أبو الفتوح عطيفة، عايدة عبد الحميد سرور.- ط١ - القاهرة: دار النشر للجامعات، ٢٠٠٩.

٣٣٦ص؛ ٢٤سم.

تدمك ٠ ٣٠٤ ٣١٦ ٩٧٧

١- علم النفس التربوي

أ- سرور، عايدة عبد الحميد (معد مشارك)

ب- العنوان ٣٧٠,١٥

تاريخ الإصدار: ١٤٣٠هـ - ٢٠٠٩م

رقم الإيداع: ٢٠٠٩/٤٤٢٧م

الترقيم الدولي: 0 - 304 - 316 - 977

الكود: ٢/٢٩٠



دار النشر للجامعات

ص.ب (130 محمد فريد) القاهرة 11518

ت: 26321753-26347976 ف: 26440094

E-mail: darannshr@link.net

تنمية القابليات العلمية والرياضية لدى أبنائنا

« إطار مفاهيمي ودليل عملي للآباء والمربِّين »

إعداد

الأستاذ الدكتور
حمدي أبو الفتوح عطيفة
كلية التربية - جامعة المنصورة

الأستاذة الدكتورة
عايدة عبد الحميد سرور
كلية التربية - جامعة المنصورة



بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وَاللَّهُ أَخْرَجَكُم مِّنْ بُطُونِ أُمَّهَاتِكُمْ لا تَعْلَمُونَ شَيْئًا وَجَعَلَ لَكُمُ السَّمْعَ وَالأَبْصَارَ وَالأَفْئِدَةَ لَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ ﴾ [النحل: ٧٨].

صدق الله العظيم

مقدمة

ليس بخافٍ على أحد منا أن عالم اليوم غير عالم الأمس، وأنه من الواضح أن عالم الغد لن يكون نفسه هو عالم اليوم. ما يميز عالم اليوم عن عالم الأمس أشياء كثيرة للغاية تحتاج إلى أن يفرد لها مجلدات للحديث عنها، إلا أنه يكفينا فقط أن نشير إلى الطريقة التي يفكر بها الإنسان اليوم مقارنة بما كان يحدث بالأمس.

نحن اليوم نعيش في عالم تؤدي فيه التكنولوجيا أدوارًا غير مسبوقة في تاريخ البشرية، نظن أن كل واحد منا يلمس ذلك جيدًا، ومن ثم فلسنا في حاجة إلى تقديم تفصيلات لبيان ذلك، ولكننا هنا فقط نطرح تساؤلاً واحدًا، هو: ما طبيعة وما بنية العقلية التي أنتجت هذا الكم الهائل من التكنولوجيا؟ الإجابة بسيطة للغاية: لابد أنها عقلية ذات بنية علمية ورياضية.

إذا سلمنا بصحة الإجابة، ونظنها صحيحة ولو إلى حد كبير، فإن تساؤلاً آخر يمكن أن يبرز بشكل طبيعي: ألا يتمنى كل فرد منا وكل أسرة أن يتمتع أبناؤها بمثل هذه العقلية ذات البنية العلمية والرياضية؟ ليس من المتوقع أن يجيب أحد بالنفي. وحتى لا يتصورنَّ أحد أن المطلوب هو أن ينتبه الأبناء إلى دروس العلوم والرياضيات المدرسية جيدًا حتى تتكون عندهم تلك العقلية العلمية الرياضية، فإننا نبادر على الفور بالتأكيد على أن تشييد مثل هذه العقلية ينبغي أن يخطَّط له منذ السنوات المبكرة جدًا في عمر الأبناء. وهذا أمر يستلزم قيام الأسرة بدورها المنوط بها.

ونود أن نؤكد على أن المسألة ليست بالشاقة أو العسيرة. كل ما نحتاجه لتكوين مثل هذه العقلية الرياضية أن يكون الأبوان على قدر مناسب من التعليم والتأهيل والثقافة، يتبعه قراءة هذا الكتاب المبسط وتمعن محتوياته والإفادة من الأنشطة الواردة فيه.

وفي هذا الصدد، فإننا نؤكد للقارئ أن محتويات الكتاب سوف تُعرض بشكل مبسط. ومن ثم، فإنه إذا واجه مصطلحًا ما أو مصطلحات معينة ذات مدلول

علمي أو رياضي تخصصي؛ فعليه ألا ينزعج على الإطلاق لأنه سوف يكتشف أن هذه المصطلحات، حتى وإن بدا عليها الطابع التخصصي، لها دلالات عملية وتطبيقية في حياتنا اليومية، وأنها ليست على هذا القدر من التعقيد الذي يتصوره.

نود أيضًا أن نؤكد للقراء من الآباء والمربين والمتخصصين أنه على الرغم من وجود رؤى متعددة حول الكيفية التي ينمو بها تفكير الطفل إلا أننا هنا قد التزمنا بتصورات العالم السويسري الشهير چان بياچيه، وذلك لعدة أسباب منها:

١- أنه أحد علماء النفس القلائل الذين كانت لآرائهم انعكاسات مباشرة نجد صداها بقوة في مناهج العلوم والرياضيات الحديثة على المستوى العالمي. كما أن صدى رؤاه وتصوراته أصبحنا نراها الآن، بدرجة أو بأخرى في مناهج العلوم والرياضيات، خصوصًا في المرحلة الابتدائية، في مصر والعالم العربي.

٢- أن طبيعة الأبحاث التي قام بإجرائها وطريقة تنفيذها تعطي نتائجها درجة عالية من المصداقية، ذلك أنها كانت دراسات طولية استغرقت سنوات عديدة على عدد من الأطفال، ثم تتبع الطريقة التي ينمو بها تفكيرهم في كل مرحلة من مراحل حياتهم.

٣- أن المفاهيم التي قام باعتمادها كمؤشرات على مدى نمو الطفل عقليًّا هي مفاهيم ذات طابع علمي ورياضي. ويبدو أن ذلك كان عن قناعة منه بأن البنية العقلية للفرد هي بنية ذات مكونات علمية رياضية في جزء كبير منها.

٤- أنه قدم لنا برنامجًا عمليًّا واقعيًّا يوضح لنا كيف يمكننا مساعدة الآباء والمربين على تحقيق أفضل نمو عقلي لأبنائهم.

لهذه الأسباب ولغيرها، فإننا التزمنا في هذا الكتاب بتصورات عالم النفس السويسرى چان بياچيه، مهما كانت هناك تصورات أخرى ناقدة أو مختلفة عن تصوراته. ذلك لأنه هو الأكثر تأثيرًا حتى وقتنا الحاضر، في تعليمنا الكيفية التي ينمو بها الأطفال عقليًّا، وذلك على الرغم من مرور سنوات طويلة على تقديمه هذه التصورات. فهى -أي تصورات بياچيه- الأكثر رسوخًا والأعمق تأثيرًا حتى وقتنا الحاضر.

إننا -ونحن نقدم هذا الكتاب للآباء والمربين والمتخصصين- على ثقة بأن الجميع يدركون أهميـة بناء مثل هذه العقلية الرياضية. إن تسـليح الأبناء بمثل هذه العقلية هو طريقـهم للتعامـل مع كل جانب من جـوانب حياتهم بـكفاءة، وهو سبـيلهم للتحرك نحو المستقبل بأمان وطمأنينة وثقة، وهو أداة المجتـمع التي بها يتمكن من أن يجد لنفسه مكانًا مناسبًا على خريطة العالم.

نحن لم نعد نمتلك ترف النظر القاصر إلى العقل على أنه مجرد مخزن تحفظ فيه المعلومات، زادت أو قلت. فهناك حاجة ملحة إلى عقل مرن دينامي لديه القدرة على أن يتعامل مع مشكلات تزداد تعقيدًا -من حيث الكم والكيف- يومًا بعد يوم.

التفكير المنـظم هو إحدى سمات العصـر الأساسية. فلننظر إلى أي مـجتمع، فكلما ازداد عدد من يفكرون فيه بشكل منظم فلابد وأنه مجتمع متقدم.

إن هذا الكتاب بمثـابة دليل عملي مـبسط، مدعـوم بالأمثلة في كل صفـحاته، يوضح الكيفية التي يمكن للآباء والمربين أن يتعاملوا بها مع الأطفال بالشكل الذي يؤدي إلى تحقيق أفضل تنمية عقلية لهم من المنظورين العلمي والرياضي.

يقع الكتاب الذي بين أيدينا في خمسة أقسام وأحد عشر فصلاً. القسم الأول: يتضمن توضيـحات هامة حول الإطار المفاهيمي للنمـو العقلي. فهذا الدليل، وإن كنا قد أردنا أن تغلب عليـه المعالجة العملية التي يفـيد منها الآباء والمربون، إلا أنه في نفس الوقت قد عُني بتقديم خلفية معرفية كافية بشكل مبسط في القسم الأول، وفي صفحات الدليل تعمل بمثابة كـاشف للأساس الذي تبنى عليه الخبرات وألوان النشاط المتضمنة فيه.

وقد تضـمن القسم الأول بدوره فصلين. في الفـصل الأول تم عرض الكيفـية التي يتطور بها تفكير الطفل، وذلـك وفقًا لتصورات بياجيـه. واستلزم ذلك أيضًا توضيح مـراحل النمو العقلي كـما صنفها بيـاجيه، وسمـات كل مرحلة من هذه المراحل، خصـوصًا فيمـا يتصل بالقابليـات العلمية والرياضيـة للطفل التي تشكل جوهر البنية العقلية له.

أما الفصل الثاني، فقد خصصناه لعرض مؤشرات، إذا ظهرت لدى الطفل فإنه يعد دليـلاً جيدًا على أنه قـد يصبح يمـارس التفكير المنطقي بـشكل وظيفي، وإذا

غابت فإن ذلك يُعدُّ دليلاً على أن الطفل مازال في مرحلة لم يبلغ فيها المستوى الذي يمكِّنه من ممارسة التفكير المنطقي. في هذا الفصل أيضًا قدمنا عرضًا لبعض الأسباب التي تعوق الطفل عن ممارسة التفكير المنطقي بشكل وظيفي، بعضها يرتبط بالطبيعة النمائية للمرحلة، وبعضها يرتبط بالسياق المحيط بالطفل.

أما القسم الثاني من الدليل، فيتضمن فصلاً واحدًا خصصناه لما أطلقنا عليه: «مفاهيم وعمليات حاكمة في التطور العقلي»، ذلك أنه من خلال قيامنا بتحليل وفحص المفاهيم والقابليات العلمية والرياضية -لاحظنا أن هناك مفاهيم وعمليات أخرى تنتشر بين تلك المفاهيم والقابليات العلمية والرياضية وتتخللها في كل مكان منها، بدرجة أو بأخرى. وبناء عليه، قمنا بتتبع هذه المفاهيم والعمليات، ومن ثم أفردنا لها فصلاً خاصًا، بحيث يجد القارئ الأمر يسيرًا وسلسًا عندما يقوم بقراءة تطور مفهوم معين لدى الطفل وتكون فيه إشارات إلى مثل هذه المفاهيم والعمليات المبنية المتخللة. ومن هذه المفاهيم والعمليات والقابليات البينية: الاحتفاظ- الانعكاسية (المقلوبية)- التحويلية (التعدي)- القياس الكمي- التخيل و/ أو التنبؤ- التمثل الذهني- الأطر المرجعية والتنسيق بين الإحداثيات- التفكير المنظم باستخدام المتغيرات- التفكير الاستقرائي والتفكير الاستنباطي.

أما القسم الثالث، فقد تضمن عرضًا مفاهيميًا مبسطًا وتوجيهات عملية تتصل بالمفاهيم التي تتطور خلال مرحلة العمليات الحسية. والمفاهيم الأساسية التي تم تناولها في هذا القسم على امتداد خمسة فصول هي: التصنيف- السلسلة والعدد- المفاهيم المتصلة بالحيز (الحيز الطوبولوجي- الهندسة الإقليدية- الهندسة الإسقاطية)- والحركة. وضمن كل مفهوم رئيس من المفاهيم المذكورة توجد عدة مفاهيم فرعية مرتبطة ببعضها، قدمنا توضيحًا لها وعرضًا لنماذج من الخبرات التي يمكن أن تسرع بالتطور العقلي للطفل إذا ما تفاعل معها. وفي نهاية هذا القسم قدمنا فصلاً تلخيصيًا يبرز الصورة العقلية للطفل في مرحلة العمليات الحسية. هذه الصورة يمكن أن تعمل بالنسبة لنا، كآباء وكمربين، كمرآة نتعرف من خلالها على الحالة العقلية لأبنائنا واحتياجاتهم من الخبرات وألوان النشاط الفيزيقية ومن التفاعلات الاجتماعية، بما يجعل حياتهم العقلية أكثر ثراء وخصوبة.

أما القسم الرابع فقد تكون من فصل واحد، عرضنا فيه لمفاهيم تتطور خلال مرحلة العمليات الشكلية. وعلى وجه أكثر تحديدًا، فإن المفاهيم التي يتناولها ذلك القسم هي: التوافيق والتباديل (المجموعات المؤتلفة)- التناسبات- الارتباطات- الاحتمالات- التخلص من التناقضات التجريبية- تحديد وضبط المتغيرات- المنطق الافتراضي- مجموعة INRC.

وفي القسم الخامس قدمنا تصوراتنا عما ينبغي علينا كآباء وكمربين القيام بعمله تجاه أبنائنا، خصوصًا بعد أن يتضح لنا أن مسألة تنمية القابليات العلمية والرياضية لأبنائنا ليست في حاجة إلَّا إلى قدر مناسب من الجهد المنظم من قِبلنا، وإلى فهم للحالة العقلية المثالية التي ينبغي أن يكون عليها هؤلاء الأبناء، وإلى قدرة على استخدام أساليب وأدوات بسيطة لتحديد موقع كل منهم من التطور العقلي.

واللهَ نسأل أن نكون قد وفِّقنا من خلال هذا الدليل لتقديم إسهام متواضع للمعنيِّين بالتطور العقلي عامة وتنمية القابليات العلمية والرياضية لدى الأطفال خاصة، وللأباء والمربين، ولمجتمع يفترض فيه أنه يتطلع إلى مكانة متقدمة يستحقها بين الأمم.

ونحن إذ نقدم هذا الجهد المتواضع فإننا نحتسبه أولاً وأخيرًا عملاً خالصًا لوجه الله تعالى، نبتغي به مرضاته وعفوه ورحمته.

وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين.

المؤلفان

أ.د. حمدي أبو الفتوح عطيفة
أ.د. عايدة عبد الحميد سرور

القسم الأول

الإطار المفاهيمي للنمو العقلي

Conceptual Framework For Mental Development

الفصل الأول

تطور التفكير عند الطفل

The Development of Children's Thinking

مقدمة:

منذ أن يولد الطفل وعلى امتداد سنيِّ عمره، فإنه يمُرُّ بتغيرات متعددة من النواحي الجسمانية والعقلية والوجدانية والمهارية والاجتماعية. كل فترة من فترات العمر تتميز عما قبلها وعما بعدها في كل ناحية من النواحي المشار إليها. وهذه التغيرات تؤثر على نظرته إلى نفسه، وعلى الطريقة التي يتعامل بها مع المواقف التي يجابهها، وعلى رؤيته للآخرين وللبيئة من حوله.

ونظرًا لأن ما يعنينا هنا هو الكيفية التي ينمو بها تفكير الطفل عبر مختلف مراحل حياته وطرق التعامل مع الطفل في كل مرحلة بما يحقق له تنمية عقلية علمية رياضية مناسبة، فإننا سوف نتناول فقط في هذا الدليل القضايا المتصلة بالنمو العقلي، وفقًا لتصورات عالم النفس المرموق جان بياجيه، وذلك على الرغم من أهمية الجوانب الأخرى التي تتجاوز حدود هذا الدليل.

ونود أن نشير هنا إلى أن أهم ما يميز البحوث والدراسات التي أجراها بياجيه هي أنها كانت متأنية وغير متعجلة؛ حيث استغرقت سنوات عديدة نجح في نهايتها في التوصل إلى أمرين:

الأول: تحديد مراحل النمو العقلي التي يمر بها كل فرد منذ مولده حتى بعد فترة المراهقة.

الثاني: المهمات التي يمكن استخدامها لتحديد المستوى العقلي لأي طفل بشكل يتسم بالبساطة؛ بحيث يمكن لأي فرد أن يقوم بما قام به بياجيه بعد تلقِّيه قدرًا مناسبًا من التدريب.

نوَد أيضًا أن نشير إلى أن البحوث -ويقدر عددها بالألوف- في أماكن متعددة من العالم -قد صادقت على مراحل النمو العقلي كما حددها بياجيه، وإن كان معظمها قد تُشكِّك في الأعمار التي حددها بياجيه لكي يبلغ الطفل كل مرحلة من هذه المراحل. فيبدو أن العيِّنة التي أجرى عليها بياجيه أبحاثه كانت أكثر قدرة، من

الناحية العقلية من عموم الأطفال الآخرين. وهذا الأمر جعل الباحثين يرون أن الأعمار التي حددها بياجيه يبدو أنها كانت مثالية أكثر مما ينبغي. ويستدلون على ذلك -وفقًا لبحوث أُجريت- بأن ما يقرب من ستين بالمائة من طلاب الجامعات الأمريكية لم يبلغوا بعد مرحلة العمليات الشكلية التي حدد لها بياجيه سن الحادية عشرة لكي يدخلها الطفل.

على أية حال، فإننا في هذا الفصل سوف نعرض ببساطة مراحل تطور التفكير عند الأطفال كما حددها بياجيه، وطبيعة ونوعية المهمات التي قام بها لكي يحدد تلك المراحل، والعوامل والشروط المطلوب توافرها لكي يحدث التطور العقلي لدى الطفل بشكل طبيعي.

مراحل تطور التفكير عند الطفل:

وفقًا لبياجيه، وفي ضوء الدراسات الطولية التي قام بها على امتداد سنوات متعددة، فإنه استخلص تصوراً عن الكيفية التي ينمو بها عقل الطفل ويتطور تفكيره عبر سنيِّ حياته. ويَلقى هذا التصور قبولاً واسعًا ودرجة كبيرة من المصداقية، نظرًا لإمكانية التحقق منه باستخدام مهمات بسيطة تتصف بالإجرائية.

في ضوء ذلك، فإن الطفل يمر عبر سنيِّ عمره بمراحل تطورية عقلية أربعة، هي:

أولاً: المرحلة الحسّحركية: Sensori- motor Stage

وتمتد هذه المرحلة من لحظة ميلاد الطفل ولمدة عام ونصف أو عامين تقريبًا. وكما يتضح من مسمى المرحلة، فإن الهيمنة هنا تكون للحواس والعضلات. فالعقل هنا، وفقًا لبياجيه، ليس له دور أو إسهام في حياة الطفل، أي أن حياته العقلية لم تبدأ بعد من منظور بياجيه، وإن كان هناك آخرون يختلفون معه في هذا الرأي إلا أننا نلتزم هنا بتصورات بياجيه.

خلال تلك الفترة، فإن استجابات الطفل تعتمد على الأفعال وردود الأفعال الانعكاسية، والتي عادة ما تكون بسيطة وغير متناسقة في البداية، ثم تصبح أكثر اتساقًا فيما بعد. فعلى سبيل المثال، فإن عملية بحث الطفل الرضيع عن ثدي أمه

تتسم بالعشوائية في البداية، ثم بعد ذلك تتحول إلى عادة؛ حيث يعرف الطفل طريق ثدي أمه بلا مشقة. أي أن الحركات والانعكاسات العشوائية تتحول إلى عادات مكتسبة.

يتضح من ذلك أن الطفل في هذه المرحلة يتصل بالبيئة من حوله ويتفاعل معها من خلال ما يطلق عليه بياجيه «المخططات الانعكاسية الفطرية» المتمثلة في حواسه وعضلاته ليس في فكره أو عقله. بناء على ذلك، فإن فكرة «الاحتفاظ» أو «الديمومة»(*) أو«الثبات» Conservation كبنية عقلية لا وجود لها عند الطفل في هذه المرحلة العمرية. فعلى سبيل المثال، لو وُضعت دمية أمام الطفل ثم أُخفيت عنه بعد ذلك، فإنه لا يبذل أية محاولة للبحث عنها؛ لأنها ببساطة لا وجود لها في ذاكرته -إن جاز التعبير وهو غير جائز من وجهة نظر بياجيه التي لازالت خاوية- بمعنى آخر، فإن هذا الطفل ليس لديه ما يسمى بـ«التمثل الداخلي» Internal Representaction للبيئة من حوله، وذلك إذا لم يدرك عناصرها عن طريق حواسه، ذلك أنه ليست له ذاكرة.

بعد ذلك وفي توقيت متأخر، يبدأ إحساس الطفل بديمومة الأشياء يتكون بشكل تدريجي ولكنه غير مكتمل، وذلك مع تكرار احتكاكاته بالبيئة من حوله. وفي ضوء ذلك، يبدأ الطفل في تكوين تصور بدائي جداً عن المكان وعن الزمن وعن السببية وعن العمدية أو القصدية. وتبدأ هذه الصورة بالاندماج في داخل أنماطه السلوكية. كما أن الطفل في هذه المرحلة يرى الحياة وكأنها شريط سينمائي بطيء، تتحرك أحداثه بشكل متسلسل ولكن متقطع، أي أنه ليست هناك استمرارية تمكّنه من فهم الأحداث بصورة كلية وشمولية.

من المهم أن نشير أيضًا إلى أن مفردات الطفل اللفظية تبدأ في الظهور مع نهاية تلك المرحلة وبصورة بدائية. وبالرغم من تكون هذه المفردات، فإنه لا يزال قاصراً عن أن يعبر لفظيًا عما يشعر به أو يحسه، ذلك أن كل ما لديه هو عدد بسيط للغاية من المفردات اللفظية.

(*) نظرًا لأن الاحتفاظ «أو الديمومة» يعد مفهومًا أساسيًا من المفاهيم الحاكمة لعملية التطور العقلي، فسوف يتم إفراد صفحات خاصة لتوضيحها في مكان آخر من الكتاب.

ثانيًا: مرحلة ما قبل العمليات (المرحلة قبل الإجرائية):

Pre- Operational Stage

نود في البداية أن نشير هنا إلى أن مصطلح «عملياتي» أو «إجرائي» operational يمثل معلمًا أساسيًا من معالم الحياة العقلية للطفل، وهو حد فاصل بين مرحلتين من مراحل النمو العقلي للطفل (ما قبل السابعة وما بعد السابعة وفقًا لما حدده بياجيه)؛ لذلك فإننا سوف نُفرد صفحات كاملة لتناول هذا المصطلح ومحتوياته على أساس أن ذلك هو جوهر ما يركز عليه الدليل الحالي من الناحيتين المفاهيمية والتطبيقية.

أما فيما قبل السابعة، وعلى وجه التحديد بين الثانية والسابعة، فإن الطفل لم يبلغ بعدُ المرحلة العملياتية أو الإجرائية. ويقسم بياجيه تلك المرحلة إلى مرحلتين فرعيتين نورد فيما يلي توضيحًا مبسطًا لهما:

أ- التفكير المفاهيمي (٢ - ٤): Preconceptual Thought

من المهم في البداية أن نوضح معنى المصطلح «مفهوم» concept بشكل مبسط؛ يتعامل الطفل مع الأحداث البيئية المختلفة ويتفاعل معها، ومن ثم يدرك العلاقات بين عناصرها المختلفة، فهو يلعب في الشارع ويرى سيارات من أنواع وأحجام وأشكال مختلفة، إلا أنه يدرك أن هناك خصائص مشتركة تجمع بين كل هذه الأنواع من السيارات. يقوم بتجميع هذه الخصائص ثم يطلق عليها اسمًا (أو بالأحرى نحن نقدم له التسمية) فالاسم الذي أُطلق هنا هو «السيارة». السيارة إذن مفهوم بسيط يعبر عن الخصائص المشتركة بين مجموعة من الأشياء أو الظواهر أو الكائنات، ويحدث أن يتطور مفهوم الطفل بحيث يصبح أكثر اتساعًا وشمولاً وعمقًا. فكلما نما الطفل وكبر توسع مفهومه وتعمقت مدركاته عن السيارات.

وهكذا، فإن حياة الطفل مليئة بعشرات وربما مئات المفاهيم التي تكونت لديه من خلال احتكاكاته بالبيئة وتفاعلاته معها، تبدأ هذه المفاهيم بدائية جدًا ومبسطة للغاية، وخاطئة في كثير من الأحيان، ثم تتطور بعد ذلك لتصبح أكثر اتساعًا وعمقًا ودقة.

عندما نأتي إلى الطفل فيما بين الثانية والرابعة، وفقًا لبياجيه، فإنه يكون قد بدأ في استخدام الإشارات والرموز، خصوصًا الكلمات والصور. أي أن الوظيفية Functionality قد بدأت تتكون لديه. أيضًا، فإن طفل هذه المرحلة يستطيع محاكاة وتقليد أصوات وسلوكيات الآخرين في غيابهم. أي أنه يقوم بممارسة ما يطلق عليه بياجيه «المحاكاة المرجأة أو المؤجلة» Deffered imitation.

إن هذا التطور في سلوكيات الأطفال وممارساتهم يعني أن الذاكرة تنمو، وأن الطفل قد أصبح أكثر قدرة على تمثل الأحداث وتشربها، الأمر الذي يجعل الطفل مستطيعًا استرجاع الأحداث (البسيطة) التي مر بها، وذلك عندما تصبح هذه الأحداث خارج نطاق حواسه. بمعنى آخر، فإن الطفل قد أصبحت لديه رؤى تتجاوز حدود الأحداث لحظة وقوعها. فقد أصبحت لديه ذاكرة، مهما كانت درجة بدائيتها، تمكنه من استرجاع أحداث الماضي. ومع تطور المفردات اللفظية لدى الطفل في هذه الفترة وزيادة حصيلته منها، فإنه يستطيع أن يعبر عن بعض ما يواجهه من أحداث ومن مكونات بيئية باستخدام بعض الكلمات والرموز والإشارات.

وعلى الرغم من أن الطفل قد أصبحت لديه القدرة على الاتصال بالبيئة من حوله عن طريق الإشارات والرموز التي تأخذ شكل كلمات وصور، على الرغم من ذلك إلا أنه لايزال غارقًا في دنيا المفاهيم البدائية Primitive concepts، الأمر الذي حدا ببياجيه لأن يطلق عليها مرحلة «ما قبل التفكير المفاهيمي». ولعل ما يتسم به تفكير الطفل في هذه الفترة من عمره هو أنه «تفكير تحولي غير مترابط» Transductive Thinking؛ حيث إنه لا يستطيع الانتقال من الخاص إلى العام (تفكير استقرائي)، ولا من العام إلى الخاص (تفكير استنباطي) كما يفعل الكبار، وإنما ينتقل من الخاص إلى الخاص. وفي صفحات تالية سوف يرد حديث أكثر تفصيلاً عن هذا التفكير التحولي غير المترابط.

ب- التفكير الحدسي (٤ - ٧): Intuitive thought

يظهر هذا النوع من التفكير خلال الفترة العمرية من أربع إلى سبع سنوات.

ويعد هذا النوع من التفكير مرحلة وسيطة بين التفكير قبل المفاهيمي (الذي أشرنا إليه في السطور السابقة) وبين التفكير الإجرائي الحسي (العياني) الذي يبدأ عند سن سبع سنوات وفقًا لبياجيه.

وفي مرحلة التفكير الحدسي يستند الأطفال في تصوراتهم إلى انطباعاتهم الحسية بدرجة أكبر من استنادهم إلى المنطق، وذلك في تعاملاتهم مع المواقف المختلفة وفي إصدارهم للأحكام الخاصة بأحداث معينة. إن ذلك يعنى ببساطة أن الأطفال في هذه المرحلة لايزالون يمارسون **التفكير التحولي غير المترابط**. أي أن هؤلاء الأطفال **لا يستطيعون ممارسة عمليات عقلية أصيلة وحقيقية** (وفقًا لتصورات بياجيه) على ما يتعاملون معه من أشياء واقعية. ويرجع السبب في ذلك إلى أنهم متأثرون بدرجة كبيرة بمدركاتهم وانطباعاتهم الحسية.

وبصورة أكثر تحديدًا، فإن تفكير أطفال تلك المرحلة يتسم بما يلي:

١- التمركز حول الذات (الأنوية) Egocentrism. الأطفال في هذه المرحلة لا يرون صحيحًا إلا ما يرونه هم أنفسهم صحيحًا. كما أنهم يفترضون أن كل شخص يستوعب ما يقولونه، فهم يتصورون أن كلماتهم تعني للآخرين نفس الشيء الذي تعنيه لهم.

أيضًا، فإن هذه الأنوية تؤثر في كيفية رؤيتهم للأشياء من حولهم. فعلى سبيل المثال، لو أن فردًا ما وقف في مواجهة طفل وطلب من الطفل أن يشير إلى الذراع اليمنى له (أي للفرد) فإن الطفل سوف يشير إلى الذراع اليسرى للفرد وليس إلى الذراع اليمنى؛ وذلك لأن الذراع اليمنى للفرد تواجه الذراع اليسرى للطفل.

الأطفال في مرحلة التفكير الحدسي يصعب عليهم أن يضعوا أنفسهم موضع الآخرين.

٢- صعوبة إدراك العلاقات المتبادلة بين الأفكار في وقت واحد، خصوصًا علاقات المسافة والزمن والسرعة. فلو أننا حركنا عربتين صغيرتين من نقطتين متجاورتين وفي توقيت واحد، وكانت إحداهما أسرع من الأخرى، ثم سمحنا للعربتين

أن تتوقفا فى لحظة واحدة، فإن طفل هذه المرحلة يصعب عليه إدراك أن إحدى العربتين (الأسرع) تقطع مسافة أكبر من العربة الأخرى إذا توقفتا في نفس اللحظة. الحالة الوحيدة التي يدرك فيها الطفل هذا الأمر هو أن تسير العربة السريعة خلف العربة البطيئة ثم تدركها وتتجاوزها. وسوف ترد تفصيلات أخرى لاحقًا عن تلك العلاقات.

٣- في هذه المرحلة يبدأ التفكير النسبي بالظهور بشكل تدريجي، حيث يدرك الطفل أن هناك أشياء معينة ثقيلة وأخرى خفيفة. كما يبدأ الأطفال في الالتفات إلى خواص بعض الأشياء؛ مثل الحجم والبنية والصلابة، وإدراك أن هناك فروقًا بين الأشياء في كل خاصية من تلك الخواص. فهو يدرك أن شخصًا ما أطول من شخص آخر، وأن جسمًا ما أكبر من جسم آخر. ومع ذلك فإن التفكير التحولي غير المترابط لا يزال هو المهيمن على الطريقة التي يتعامل بها طفل تلك المرحلة مع الأشياء.

٤- لدى هؤلاء الأطفال قدرة على تصنيف الأشياء في مجموعات، إلا أن تفكيرهم ينحصر في خاصية واحدة فقط، كاللون أو الحجم أو الشكل. فهم يستطيعون تصنيف الأشياء وفقًا للون أو الحجم أو الشكل، ولكنهم لا يستطيعون تصنيفها وفقًا لأكثر من خاصية. كما أنهم لا يستطيعون ممارسة ما يطلق عليه بياجيه «التضمين أو الاحتواء الفئوي» class Inclusion، وهي تلك الخاصية التي بموجبها يدرك الفرد أن كل الأشياء الموجودة في مجموعة ما تمثل فقط جزءًا صغيرًا من مجموعة أكبر في نفس الوقت الذي توجد فيه في المجموعة الصغيرة. وهذا الأمر يُعدُّ صعبًا بالنسبة لأطفال هذه المرحلة. فهم لا يتصورون أنهم يمكن أن يكونوا متواجدين في شارع معين يقع في مدينة معينة في محافظة معينة و وطن معين في وقت واحد؛ بناء عليه فإنهم -وفقًا لبياجيه- لا يستطيعون القيام بتصنيفات حقيقية أصيلة Genuine classifications في تلك المرحلة.

٥- هؤلاء الأطفال لا يستطيعون ممارسة التفكير الاحتفاظي Conservative thinking، الذي ينظر إليه بياجيه على أنه جوهر الممارسات العقلية الحقيقية (والذي سوف

نفرد له جـزءًا خاصًا وسوف يمتـد معنا عبر صـفحات هذا الكتاب). المقـصود بـ«الاحتـفاظ» القدرة على إدراك أن خواص مـعينة للشيء تبقى كـما هي دون تغيير، حتى لو حدث تغيير ظاهري في هذا الشيء. فعلى سبيل المثال، لو أننا جئنا بكراسة تتضمن عددًا من الأوراق وقمنا بـإيجاد كتلتها، ثم مزقنا الكراسة بعد ذلك إلى قطع صـغيرة، لو سـألنا الطفل هنا: هل كتلة هذه الأجـزاء بعد تمزيق الكراسة هي نفسهـا كتلة الكراسة قبل التمزيق، فـإن إجابته سوف تكون بالنفي! إنه قـد خُدع بالتـغييـر الظاهري الذي حدث وهو تمزيق الـكراسة إلى أجزاء، ومن ثـم يتخيل أحـد أمرين: إمـا أنه قد حـدث نقص في الكتلة لأن الكراسة أصبحت بمثابة قطع صغـيرة مجزأة، أو أنه قد حدثت زيادة في الكتلة لأن عدد الأجزاء (بعد التمزيق) قد أصـبح كبيرًا. إنه يفكر في بُعد واحد فقط ويهمل البعـد الآخر، فالتمزيق نتج عنه أجزاء صـغيرة. نعم، ولكن في نفس الوقت عددها كبـير. لانغالي إذا قلنا: إن بياجيه ينظر إلى الاحـتفاظ على أنه مرتكز أساسيّ إذا لم يتوافر لدى الطفل فلن تكون لديه القدرة على ممارسة أي شكل من أشكال التفكير المنطقي.

ثالثًا: مرحلة العمليات (الإجراءات) الحسية (العيانية- الواقعية) (٧-١١):

The Concrete Operational Stage

علينا أن ننتـبه هنا تمامًـا وبوعي شـديد إلى مصطلح «عـملياتي» أو «إجـرائي» operational، فهو يحـمل في طياته من المنظور البياجـيتي معانيَ عـديدة. فإذا ما قلنا: إن شـخصًا مـا يفكر بطريقة إجـرائية، فـإن ذلك يحمل العديد مـن المعاني الإيجابيـة؛ مثل: إنه يفكر تفكيرًا منطقيًـا، أو إنه يفكر بشكل منظم، أو إنه يفكر بشكل عقلاني، أو إن تفكيره يتسم بالترتيبية وعدم العشوائية، إلى آخر ما يمكن أن يقال من معانٍ إيجابية.

لذا فإننا نشـدد على الآباء والمربين أن ينتبهوا تمامًـا إلى مدلولات عبارة «التـفكير الإجرائي»؛ لأن جوهر ما سيـقومون به من أنشطة موجهة نحو إحداث تنـمية عقلية علمية رياضية للأطفال -منصبٌّ على جعل هؤلاء الأطفال يفكرون بطريقة إجرائية.

والتفكير الإجرائي يمـر بمرحلتين: الأولى لدى هؤلاء الأطفال الذين يبلغون من العمر سـبع سنوات وحتى الحادية عشرة (وذلـك وفقًا لتقديرات بيـاجيه)، ويكون التفكير فيها منصبًّا على التعامل مع أشيـاء واقعية محسوسة، والثانية لدى الأطفال فيما بعد الحادية عشرة؛ حيث يمكنهم أن يمارسوا تفكيرًا مجردًا abstract لا يشترط فيه وجود أشياء واقعية.

ويعرِّف بياجيـه «العملية» (أو الإجراء) Operation بأنها فعل داخلي يمكن رده إلى النقطة التي بدأ منهـا، أي أن هذا الفعل له خـاصيـته الانعكاسـية. ويوضح كوبلاند(*) أن بياجيه يحدد العملية في ضوء خصائص رئيسة أربع:

١- فهي فعل يمكـن تذويته (أي دمجه في البنيـة العقلية) Internalized، بمعنى أنه يُمارس عقليًا فضلاً عن ممارسته في الواقع المادي المحسوس.

٢- وهي كفعل تحمل خاصـية الانعكاسية أو المقلوبية Reversibility (سيرد شرح تفصيلـي لها فيما بعـد)، بمعنى أنه (أي الفعل) يحدث في اتجـاه ما، ويحدث أيضًا في الاتجـاه العكسي. في ضوء ذلك، فإن عـملية الجمع هي فـعل قابل للانعكاس، ذلك أن إضافة ٤ إلى ٤ يـنتج عنها ٨. وعنـدئـذ إذا قـمنا بطرح ٤ من ٨ يكون الناتج ٤ مرة ثانية.

٣- تمثل فكرة «الاحتفـاظ» مرتكزًا أساسيًا فـي أي عملية (عقلية) يمارسـها الفرد. فإذا لم يكن الفرد لديه قدرة على الاحتفـاظ؛ فإنه لا يستطيع ممارسة أية عملية (وفقًا للمفـهوم البياجيتي). فالفرد الذي لديه قـدرة على الاحتفاظ يدرك أن ٤ + ١ = ٥، ٣ + ٢ = ٥، ٢ + ٣ = ٥، ١ + ٤ = ٥. أي أنه لا ينخدع بالتغيير الحادث في ترتيب رموز الأعداد.

٤- كمـا أنها لا توجد بمفـردها، ولكنها تمثل جـزءًا من بنية أو نظام أكـبر يشكل منظومـة بنيوية متكـاملة يستخـدمهـا الفرد في التـعامل مع المواقف والأشـياء والأحداث المختلفة.

(*) (Copeland, 1979, p.33).

إن وجود العملية كجزء من المنظومة البنيوية العقلية، يعني أن الفرد قد بدأ يفكر تفكيرًا منطقيًّا.

هذا بالنسبة للعملية بصفة عامة، فإذا ما كان الأمر متصلاً على وجه التحديد بالعمليات الحسية أو الواقعية أو العيانية Concrete Operations فإن ذلك يعني التعامل مع كل الأحداث والأشياء والعلاقات التي يدركها الطفل بشكل حسي. أي أن ما يمارسه الطفل من عمليات تفكير في هذه المرحلة (من ٧ إلى ١١ وفقًا لتقديرات بياجيه) يقتصر على ما يدركه بحواسه.

في ضوء ذلك، فمن المنطقي والبديهي أيضًا أن تختلف سمات أطفال تلك المرحلة عن سمات أطفال المرحلة السابقة (مرحلة ماقبل العمليات). فأطفال المرحلة العملياتية الحسية (المفكرون الواقعيون) يستطيعون ممارسة عمليات التفكير الانعكاسي. كما أن قدراتهم على ممارسة التفكير الاستقرائي والاستنباطي تبدأ في الازدياد؛ حيث يبدءون في التخلي عن التفكير التحولي غير المترابط.

أيضًا، فإن أطفال هذه المرحلة يبدءون في ممارسة التفكير الاحتفاظي أو الديمومي، كما أن أنويتهم (تمركزهم حول ذواتهم) تبدأ في الاضمحلال، حيث يبدءون في رؤية الأشياء من منظورات الناس الآخرين. ومع ذلك، فإن القدرة الاحتفاظية لا تنمو في كل المجالات في وقت واحد، ذلك أن عملية الانتقال من المرحلة قبل الإجرائية إلى المرحلة الإجرائية الحسية تتم بالتدريج.

علينا أن نتذكر أن الأطفال في مرحلة العمليات الحسية لا يتعاملون مع مجردات، وإنما مع أحداث واقعية. ويعني ذلك أن هؤلاء الأطفال (من سن ٧ إلى ١١) لا يمكن أن يحدث لهم تعلم وظيفي حقيقي إذا ما تجاوزت الأشياء والأحداث التي تقدم لهم دنيا المحسوسات. قد يحدث أن نقدم لهؤلاء الأطفال مجردات ويبدو لنا أنهم تعلموها أو اكتسبوها بشكل جيد، إلا أن الحقيقة تكون غير ذلك؛ حيث إن تعلمهم لا يتجاوز مرحلة الترديد، بينما ما يرددونه لا يشكل جزءًا أساسيًّا من البنية العقلية الوظيفية لهم.

إن ذلك يعني ضرورة توفير بيئة محسوسة يتفاعل فيها هؤلاء الأطفال مع أحداثها وعناصرها بشكل مباشر وليس عبر وسيط. عندئذ فقط يمكن أن تحدث تنمية عقلية ذات طابع علمي ورياضي لهؤلاء الأطفال. وهناك توضيحات أخرى تفصيلية عديدة على امتداد صفحات الكتاب.

على أية حال، فإن هناك بعض السمات التي إذا توافرت لدى طفل معين دل ذلك على أنه قد دخل المرحلة العملياتية الحسية. وهذه السمات التي سترد تفصيلات عديدة لها في صفحات تالية يمكن إيجازها فيما يلي:

١- تجنب التفسيرات المتناقضة للأحداث وتحولهم إلى التعامل مع المواقف بصورة أكثر عقلانية، ذلك أن مفهوم السببية يكون قد بدأ في الظهور والتبلور، وهو ما يتضح فيما يوردونه من تفسيرات للأحداث والظواهر الكونية والبيئية. حقيقةً إن تفسيراهم قد لا تكون متسقة تمامًا مع الأدلة والبراهين العلمية المعروفة، إلا أنه يمكن فهم ما يقدمونه من أدلة وتفسيرات خاصة بهم، فهم مثلاً يقولون: إن الشتاء يكون الجو فيه باردًا لأن الأرض تكون بعيدة عن الشمس. العبارة خاطئة من الناحية العلمية ولكنها مفهومة، ويحاول الطفل من خلالها تقديم تفسير لحدث معين يبدو له -أي التفسير- منطقياً.

٢- تقل درجة الأنوية لديهم، فهم يصبحون أكثر فهمًا لحقيقة أن الآخرين قد تكون لديهم وجهات نظر أخرى مختلفة، أي أن هؤلاء الأطفال قد أصبحوا أكثر اهتمامًا بما يفكر فيه الآخرون وبما يبدونه من وجهات نظر، ومن ثم فإنهم يحاولون أن يضعوا أنفسهم موضع الآخرين. وبالإضافة إلى ذلك، فإنهم يصبحون أكثر إدراكًا لحقيقة أن الشخص المعارض لهم يرى الأمر من زاوية مختلفة.

٣- يستطيع أطفال تلك المرحلة، خصوصًا في أواخرها، إدراك العلاقة المتبادلة بين المسافة والزمن والسرعة، حيث يدركون أن العلاقة بين المسافة والزمن تحدد سرعة الجسم.

٤- يمكن تكليفهم بإجراء تجارب، شريطة أن تكون تلك التجارب مرتبطة بأشياء وأحداث واقعية، وأن يكون عدد المتغيرات(*) محدودًا. كمثال على ذلك يمكن أن تكون تجربة يدرس فيها الطفل أثر الماء على نمو نبات مثل الفول.

٥- يمكنهم في هذه المرحلة، كما سيرد لاحقًا بالتفصيل، القيام بعمل تصنيفات حقيقية أصيلة Genuine Classifications، تشمل «التضمين الفئوي»، و«علاقات الكل والبعض»، و«التصنيف التضاعفي». أي أن الأمر لم يعد قاصرًا على قيامهم بعمل تصنيفات وفقًا لخاصية واحدة. ومع ذلك، فإنهم يواجهون صعوبات في عمل تصنيفات أكثر تعقيدًا، مثل تلك التي يطلب منهم فيها تصنيف أشياء ذات خواص مختلفة وتنظيمها مثلاً في أربع مجموعات وفقًا لأربع خواص مختلفة.

أيضًا، فإن قدرة هؤلاء الأطفال على ترتيب الأشياء وفقًا لقواعد معينة تبدأ في النمو.

٦- تبدأ قدراتهم على ممارسة التفكير الاحتفاظي في النمو، ومن ثم فإنهم يستطيعون الاحتفاظ بالعدد والطول والمقدار والمساحة والوزن والحجم. ويرجع ذلك إلى أنهم قد أصبحوا قادرين على التعامل مع أكثر من شيء أو بُعد أو متغير في وقت واحد، وإلى نمو قدرتهم على عكس اتجاه تفكيرهم، وإلى قدرتهم على أن يختزنوا في ذاكرتهم سلسلة التغيرات (الظاهرية) التي تحدث.

رابعًا: مرحلة العمليات (أو الإجراءات) الشكلية (١١- ؟):

Formal Operational Stage

في المرحلة السابقة، أي مرحلة العمليات الحسية، **الطفل يمكنه أن** يتعامل مع بيانات واقعية مستخلصة من مواقف فعلية، ويمكنه **تنظيم تلك البيانات** مع ممارسة بعض العمليات العقلية عند تعامله مع **تلك البيانات. أي أن الطفل** في **المرحلة** الإجرائية الحسية يكون تفكيره محصورًا **في الأحداث الواقعية** الفعلية، **حيث**

(*) سوف يتم إفراد جزء خاص في الدليل لتناول قضية التفكير باستخدام المتغيرات.

يستطيع ترتيب الأشياء وتصنيفها في فئات مختلفة ومقارنتها ببعضها البعض، وممارسة بعض العمليات العقلية التي تمكّنه من استخلاص شيء ما نتيجة تعامله مع تلك الأحداث والمواقف الواقعية. الطفل هنا يتعذر عليه الابتعاد عن الواقع الفعلي.

أما في المرحلة الحالية، وهي المرحلة الإجرائية الشكلية أو المجردة والتي تبدأ من سن الحادية عشرة (وفقًا لتقديرات بياجيه)، فإن الأمر لا يستلزم من الطفل أن يتفاعل مع الأحداث الواقعية بشكل مباشر، ذلك لأنه -وفقًا لخصائص تلك المرحلة- يفترض وجود هذا الواقع، ويتعامل مع هذا الافتراض كما لو كان هو الواقع. إن الطفل (أو بالأحرى المراهق أو الفرد) في هذه المرحلة يبدأ في التفكير كالكبار، فيصبح أكثر منطقية في تعامله مع المواقف المختلفة، ويصبح قادرًا على ممارسة التفكير الفرضي -الاستدلالي الذي يميز تفكير العلماء.

يبقى فقط هنا أن نعيد تذكير القارئ، بأن بياجيه (وفقًا لما قام به من دراسات وبحوث) قد حدد الحادية عشرة كبداية لدخول الفرد في هذه المرحلة، إلا أن العديد من البحوث والدراسات أوضحت أن أكثر من ستين بالمائة من طلاب الجامعات الأمريكية لم يبلغوا بعد هذه المرحلة، وهذا الأمر يستوجب منا أن نعيد توكيد أن الدراسات والبحوث قد أوضحت أن أي فرد منا يمر بهذه المراحل الأربعة من النمو العقلي، إلا أن الأعمار التي حددها بياجيه لكل مرحلة يبدو أنها مثالية أكثر مما ينبغي.

وفيما يلي توضيح موجز لبعض السمات التي يتميز بها المفكرون الشكليون:

١- لديهم القدرة على استخدام عناصر التفكير الافتراضي، بمعنى استطاعتهم اختيار مدى صحة عبارات معينة بالرجوع إلى الخصائص المنطقية لها، وليس إلى مدى تطابقها مع الواقع الفعلي المحسوس. فإذا ما قلنا: إن الأحماض تحمّر ورقة عباد الشمس، وإن الكبريتيك حمض. فإن المفكر الشكلي Formal thinker يستنتج على الفور أن حمض الكبريتيك يحمّر ورقة عباد الشمس، وذلك دون الحاجة إلى اللجوء إلى التجربة العملية. بمعنى آخر، فإن تسليمه بصحة المقدّمتين الأولى والثانية يجعله يتقبل الاستنتاج المتوصل إليه دون حاجة إلى التجريب.

٢- لديهم القدرة على التمييز بين المنطق the logic الذي تتضمنه عبارة معينة وبين محتوى تلك العبارة. فإذا قلنا مثلاً: إن القمر يتكون من معدن الألومنيوم وإن معدن الألومنيوم له بريق. فإن المفكر الشكلي يستنتج -رغم عدم صحة العبارة من الناحية الواقعية- أن القمر له بريق. إنه هنا يميز بين المنطق الذي تتضمنه العبارة وبين محتوى تلك العبارة حتى ولو كان خاطئًا.

٣- يستطيع المفكرون الشكليون إجراء تجارب منطقية تستند إلى أدلة عقلية، وليس فقط تجارب واقعية محسوسة. إن التجريب بالنسبة للمفكر الشكلي يتجاوز حدود المحسوسات، كما أنه لا يشترط فيه توافر أدوات ومواد من تلك التي تستخدم في التجارب المعملية. إن ذلك لا يعني أنه لا يمارس التجريب المعملي، بل المقصود أنه يتجاوز مرحلة ممارسة التجريب المعملي إلى ممارسة التجريب العقلي المنطقي، فهو يستطيع أن يفكر بأشياء لا تُلاحظ حسيًّا، وأن يتوقع ما يترتب عليها دون أن يخضعها للتجربة الحسية المباشرة. بمعنى آخر، فإنه -أي المفكر الشكلي- يستطيع القيام بتجارب ذهنية وحسية في آن واحد.

٤- أيضًا، فإن المفكرين الشكليين يستطيعون التعامل مع الرموز والإشارات ومسلمات النظريات، وهي بمثابة عناصر مجردة لا يستطيع أطفال المرحلة الإجرائية الحسية التعامل معها. في ضوء ذلك، فإن المفكر الشكلي يستطيع أن يرمز لأفكاره برموز جبرية معينة، وذلك بدلاً من استخدام الكلمات والجمل. فهو، مثلاً، يكتب القانون: ث = ك/ح قاصدًا بذلك أن الكثافة هي خارج قسمة الكتلة على الحجم، كما أنه يستطيع أيضًا أن يبدأ في دراسة علم الجبر الذي يحتاج إلى تفكير مجرد.

٥- يستطيع المفكرون الشكليون إجراء تجارب يتم من خلالها دراسة أثر عدد من المتغيرات variables (وكما أوضحنا سلفًا فإننا سوف نُفرد جزءًا خاصًّا تفصيليًّا عن التفكير باستخدام المتغيرات) على ظاهرة معينة أو موقف معين. فعندما يواجه المفكر الشكلي موقفًا معينًا يتطلب دراسة أثر مجموعة من المتغيرات (قد نطلق عليها مجازًا العوامل Factors) عليه (أي على الموقف) فإنه يعرف أنه

من الضروري تثبيت أثر جميع المتغيرات على الموقف أو الظاهرة ما عدا متغيراً واحداً يقوم بتغيير قِيمه؛ لمعرفة أثر تغيير تلك القيم على الموقف أو الظاهرة. بعد ذلك يقوم بتثبيت أثر متغيرات أخرى، من بينها ذلك الذي سبقت دراسة أثره على الظاهرة ما عدا متغيرًا واحدًا آخر يقوم بدراسة أثر تغيير قيمه على الظاهرة أو الموقف. وهكذا يكرر التجربة حتى ينتهي من دراسة أثر جميع المتغيرات المحتملة على موقف ما. هذا ما نطلق عليه التفكير باستخدام المتغيرات، وهو شكل من أشكال التفكير المنظم لا يمارسه إلا من قد بلغ مرحلة التفكير الإجرائي الشكلي، آخذين في الحسبان أننا كنا قد أشرنا أن الطفل في مرحلة العمليات الحسية يمكنه ممارسة هذا النوع من التفكير، ولكن شريطة أن يكون عدد المتغيرات محدودًا، وأن يكون الموقف محسوسًا، أي واقعيًّا.

٦- يستطيع المفكرون الشكليون ممارسة التفكير التناسبي proportional thinking الذي يحتاج إلى التعامل مع الأفكار الخاصة بالنسب والتناسبات. ولعل أبسط مثال يوضح تلك الفكرة هو ما يتصل بما نطلق عليه «الروافع من النوع الأول» والتي يدرسها التلاميذ في أواخر المرحلة الابتدائية أو بدايات المرحلة الإعدادية في دروس علوم؛ حيث يكون مطلوبًا منهم إيجاد العلاقة بين الكتلة والمسافة (وهي علاقة تناسب عكسي). تفصيلات أخرى سوف ترد في مكان آخر من هذا الدليل.

٧- بالإضافة إلى ذلك، فإن الأفراد في تلك المرحلة يستطيعون ممارسة ما يطلق عليه التفكير باستخدام التوافيق أو المجموعات المؤتلفة Combinations. فالمفكر الشكلي إذا وضعت أمامه عناصر مختلفة ومتعددة وطلب منه تشكيل أكبر عدد ممكن من المجموعات من هذه العناصر، فإنه يستطيع القيام بذلك بشكل منظم. فعلى سبيل المثال فقط (حيث سيتم تناول ذلك المفهوم بشكل تفصيلي في مكان لاحق) لو وضعت أمام المفكر الشكلي أربعة عناصر مختلفة رموزها ١، ٢، ٣، ٤، وطُلب منه أن يشكل من هذه العناصر أكبر عدد ممكن من المجموعات؛ فإن عملية التفكير المنطقي المنظم تقتضي منه أن يقوم بتشكيلها على النحو التالي:

١+٢، ١+٣، ١+٤، ٢+٣، ٢+٤، ٣+٤، ١+٢+٣، ١+٢+٤، ١+٣+٤، ٢+٣+٤، ١+٢+٣+٤.

٨- الأفراد في هذه المرحلة يستطيعون ممارسة عمليات تصنيف أكثر تقدمًا عما كانوا يقومون به في مرحلة العمليات الحسية. ففي مرحلة التفكير الشكلي يستطيع الفرد تصنيف العناصر وفقًا لأكثر من معيار في وقت واحد، بحيث يصبح عدد المجموعات أقل، ولكنها أكثر شمولاً. وهذا ما يحدث عند دراسة خواص بعض الأملاح؛ حيث يستطيع المفكر الشكلي ترتيبها بشكل هرمي.

٩- في هذه المرحلة أيضًا يحدث أن تستكمل قدرة الأفراد على ممارسة التفكير الاحتفاظي Conservative Thinking؛ حيث توجد بعض المفاهيم -خصوصًا المتصلة بحجم الماء المُزاح -لم يكن المفكر الحسي قادرًا على التفكير الاحتفاظي حِيالها. ولكنه عندما يصل إلى مرحلة التفكير الشكلي المجرد فإنه يستطيع التعامل معها. تفصيلات أخرى سوف في مكان آخر من الدليل حول هذه القضية.

يبقى هنا أن نشير إلى نقطة هامة، وتتصل بنوع العملية العقلية التي يمارسها كل من المفكر الإجرائي الحسي والمفكر الإجرائي الشكلي حيال موقف معين، فالمفكر الحسي يتعامل مع الموقف من منظور يتسق ورؤيته الحسية، أما المفكر الشكلي، فإنه يتجاوز ما هو محسوس. فعلى سبيل المثال، فإنه عند التعامل مع فكرة «الوزن» wight، فإن المفكر الحسي ينظر إليه من زاوية مدى ثقل الجسم، أما المفكر الشكلي فإنه يتعامل معه من زاوية أن هناك تفاعلاً ما بين الجسم وبين الجاذبية الأرضية.

بعد أن تعرفنا على المراحل التي يمر بها الفرد منذ مولده وحتى الكبر في نموه العقلي وعلى خصائص كل مرحلة، وبعد أن أوضح لنا بياجيه أن الحياة العقلية الحقيقية للفرد تبدأ من سن السابعة تقريبًا (وفقًا لتقديرات بياجيه) بدخوله المرحلة العملياتية الحسية، ثم المرحلة العملياتية الشكلية. فإن السؤال الذي يتبادر إلى الأذهان هو. كيف استطاع بياجيه تحديد تلك المراحل، وتحديد خصائص كل مرحلة، وتصنيف الفرد -أيَّ فرد- في مرحلة من هذه المراحل أو مستوى من هذه المستويات العقلية؟

للإجابة على مثل هذا التساؤل علينا أن ننطلق الآن إلى المهمات البياجيتية.

المهمات البياجيتية: Pigeatian Tasks

عندما نتحدث عن معنى «المهمة» task في العرف البياجيتي، فإن نقصد بها موقفًا من المواقف التي أعدها (أو بالأحرى ابتكرها) بياجيه أو أحد من تلامذته أو من السائرين على نهجه، وذلك بهدف التعرف على الكيفية التي يفكر بها الطفل حيال هذا الموقف، ويتعامل بها مع عناصره، الأمر الذي يؤدي في النهاية إلى تحديد المستوى العقلي للطفل بعد مروره بالعديد من مثل هذه المواقف المدروسة.

المهمة إذن ليست اختبارًا -وعلينا أن نكون مدركين لتلك الحقيقة تمامًا- وإنما هي موقف أو خبرة يمر بها الطفل ويخضع خلالها -بشكل غير رسمي- إلى مجموعة من التساؤلات والاستفسارات للتعرف على كيفية رؤيته للموقف وتفسيره لأحداثه.

وكتأكيد على أن المهمة ليست اختبارًا، فإنه تجدر الإشارة هنا إلى أنها، أي المهمات، تُقدَّم بصورة فردية، أي لكل طفل على حدة. فالقائم بالمقابلة يعرض الموقف بعناصره على الطفل بصورة ودية، وبعد أن يتأكد من استيعاب الطفل لعناصر الموقف وللتعليمات الخاصة بالاستجابة -يقدم له بعض الأسئلة، ثم يتلقى إجابة الطفل على كل تساؤل. وعادة فإن التساؤل يكون ذا شقين: **ماذا حدث أو ما الذي يتوقع أن يحدث؟ ولماذا حدث (أو يحدث) ذلك؟**

في ضوء إجابات الطفل على مجموعات من الأسئلة المتصلة بعديد من المواقف وتفسيره لهذه الإجابات، يتم تسكين الطفل في مستوى عقلي معين.

وهنا يثور تساؤل: ما هي أنواع المهمات التي استخدمها بياجيه لتحديد المستويات العقلية للأطفال؟

للإجابة على هذا التساؤل، يمكن القول: إن بياجيه قد بدأ دراساته بتقديم أسئلة عامة للطفل في المقابلة، منها(*).

(*) (انظر مثلاً: Good, 1977, pp. 5-20).

١- ما هي الطاقة؟

٢- ما الذي يحدث للأشياء الحية عند موتها؟

٣- ما الذي يحدث للخشب أو الورق عند إحراقه؟

٤- ما هي الذرة؟

٥- ما هي الجراثيم؟

٦- لماذا يكون الجو حاراً في الصيف وباردًا في الشتاء؟

٧- لماذا نرى الشمس أثناء النهار فقط؟

٨- من أين تأتي الرياح؟

فيما بعد ذلك بدأت الأسئلة تتخذ شكلاً أكثر تحديدًا، ذلك أن بياجيه قد اتجه إلى تحديد المفاهيم الأساسية التي تشكل البنية العقلية الأساسية للطفل (أو للفرد) في كل من مرحلتي العمليات الحسية والشكلية. فمثلاً، فإنه في مرحلة العمليات الحسية فإن مفاهيم مثل: التصنيف -التسلسل- العدد- الأطوال والمسافات- المساحات والحجوم- الهندسات الطوبولوجية والإقليدية والإسقاطية -الزمن- المادة والكتلة والوزن- السببية. . . هذه المفاهيم (لاحظ أيها القارئ الكريم أنها ذات طبيعة علمية ورياضية) تشكل البنية العقلية الأساسية للفرد، والتي بدونها لا يمكن القول: إن للطفل حياة عقلية حسية حقيقية.

وبطريقة مماثلة، فإن بياجيه قد حدد مفاهيم أساسية (أكثر تقدمًا وتعقيدًا) تشكل جوهر البنية العقلية للمفكر الشكلي، ومن هذه المفاهيم: التناسبات -الارتباطات- التوافيق- ضبط المتغيرات وعزلها- المنطق الافتراضي. إذا لم يتوافر لدى الفرد قدرة على التعامل مع هذه المفاهيم، فإنه لا يمكن أن يكون قد بلغ مرحلة التفكير الإجرائي الشكلي(*).

(*) نود أن نشير هنا إلى أن اكتساب الطفل لهذه المفاهيم ليس له (من وجهة نظر بياجيه) علاقة بالتعليم المدرسي المقصود، خصوصًا اللفظي منه، وإنما له علاقة بتوافر مجموعة من العوامل والشروط سوف نتناولها في سطور تالية.

بعد أن قام بياجيه بتحديد المفاهيم التي تشكل جوهر البنية العقلية الأساسية للفرد في مرحلتي التفكير الإجرائي الحسي والشكلي -كان عليه أن يعد (أو بالأحرى يبتكر) مواقف تتصل بكل مفهوم فرعي من كل مفهوم رئيس من تلك المشار إليها آنفًا؛ بحيث تكون استجابة الطفل في هذه المواقف المتصلة بالمفاهيم الفرعية والرئيسة مؤشرًا على بلوغه أو عدم بلوغه مرحلة عقلية معينة. وقد أعان بياجيه في ذلك مجموعة من المعاونين، لعل أكثرهم شهرة باربل إنهلدر Barbel Inhelder كما تبعه في ذلك مجموعة من الباحثين المنتمين إلى مدرسة بياجيه في النمو العقلي، مثل رونالد جود Ronald Good، إيلين كوفسكاي Ellin Lofsky، وغيرهم مشار إليهم في قائمة المراجع.

كل هؤلاء الباحثين ساهموا وشاركوا في تجهيز مواقف تتصل بمختلف المفاهيم التي حددها بياجيه وكذلك المفاهيم الفرعية المتصلة بها، والتي يمكن من خلال استجابات الطفل فيها -أي المواقف- أن نحدد مستواه العقلي. وعلى صفحات الكتاب سوف نجد نماذج لعشرات المهام التي أعدها وابتكرها بياجيه ومعاونوه وتابعو مدرسته والتي أسهمت -أي المهام- في التعرف على المستويات العقلية للأطفال في مختلف الأعمار.

بَقي لنا في هذا الفصل أن نحدد العوامل والشروط المسهمة في عملية النمو العقلي للأطفال.

العوامل والشروط المسهمة في التطور العقلي:

Factors and Conditions Contributed to Mental Development

أوضحنا في الصفحات السابقة أن جان بياجيه قد أوضح من خلال دراسات وبحوث أجراها أن أي فرد لا بد وأن يمر في حياته العقلية بمراحل تطور أربع: الحس حركية (من الميلاد حتى سن السنتين تقريبًا) -ما قبل العمليات (من سن سنتين حتى السابعة)- العمليات الحسية (من السابعة حتى الحادية عشرة)- العمليات الشكلية (ما بعد الحادية عشرة).

كما أننا قد ألمحنا إلى أن الدراسات والبحوث العديدة التي أجريت في مجال النمو العقلي قد عززت تصورات بياجيه فيما يتصل بمراحل النمو، ولكنها أوضحت أن الأعمار التي حددها بياجيه لبلوغ كل مرحلة مثالية أكثر مما ينبغي. ويزداد الأمر إشكالية في مرحلة العمليات الشكلية خصوصًا؛ حيث أوضحت دراسات عديدة أن نسبة كبيرة من طلاب الجامعات الأمريكية (لا تقل عن ستين بالمائة) لم تبلغ بعدُ مرحلة العمليات الشكلية.

أيضًا لابد من الإشارة هنا إلى أنه ليس كل الأطفال المتساوين في العمر يبلغون نفس المستويات العقلية في توقيت واحد؛ لأن هناك تباينات وفروقًا فردية بينهم تجعلهم يتفاوتون في مستوياتهم العقلية وإن كان عمرهم واحدًا.

ما معنى ذلك؟ إن ذلك يعني أن هناك عوامل وشروطًا معينة تتدخل، بشكل أو بآخر في تحديد التوقيت الذي يبلغ عنده طفل معين مستوى عقلياً معينًا، الأمر الذي يجعل معدلات النمو العقلي عند بعض الأطفال أسرع منها عند أطفال آخرين. إن ذلك يعني أيضًا -وهو ما يؤيده الواقع- أن المعلم يجد أمامه في الصف أطفالاً متقاربين في العمر ولكنهم متفاوتون في مستوياتهم العقلية.

عندما بحث بياجيه هذا الأمر، فإنه حدد في النهاية بعض العوامل والشروط المسهمة في النمو العقلي، والتي إذا توافرت للطفل (وعلى الآباء والمربين الالتفات بجدية إلى ذلك) كانت فرصة الطفل في النمو العقلي ليست فقط جيدة وإنما أيضًا متميزة.

فيما يلي عرض موجز لهذه العوامل والشروط:

أولاً: النضج العصبي:

تُصاحب عملية النضج البيولوجي عند الفرد تغيرات تشريحية ووظيفية في جميع أجزاء جسمه؛ ومن هذه التغيرات نضج جهازه العصبي ومركزه المخ، وهو الجهاز المسئول عن عمليات التفكير لدى الفرد، بالإضافة إلى مسئوليته عن أشياء عديدة أخرى؛ لذا فإن النضج العصبي يعد أحد العوامل المسهمة بشكل رئيس في عملية التطور العقلي للفرد، الأمر الذي يجعل قدرة الفرد على التفكير وعلى ممارسة عمليات عقلية تتزايد عند الفرد بازدياد عمره من الطفولة وما بعدها.

إن ذلك يعني -بإيجاز- أن الجهاز العصبي المركزي يعد عاملاً أساسياً مسهمًا في عمليات التفكير وفي النمو العقلي لدى الفرد. بمعنى آخر، فإن وجود خلل ما في الجهاز العصبي المركزي لدى الطفل من شأنه أن يؤثر سلبًا، بدرجة تتناسب مع حجم المشكلة، في التطور العقلي له. ماذا يعني ذلك؟ إن ذلك يعني أن سلامة الجهاز العصبي ومركزه المخ يعد عاملاً لا غنى عنه لتحقيق نمو عقلي طبيعي لدى الفرد.

ومع ذلك فإن سلامة الجهاز العصبي المركزي لدى الفرد ليست هي العامل الوحيد المحدد لمدى سلاسة عملية النمو العقلي. فقد يكون الجهاز العصبي المركزي لدى الفرد سليمًا ولا توجد به مشكلات، ومع ذلك يكون النمو العقلي متباطئًا بدرجة أو بأخرى. هذا أمر نشاهده في حياتنا اليومية وعلى امتداد سنيِّ عمرنا مئات، بل آلافًا، وربما ملايين من البشر في مختلف الأعمار، مستواهم العقلي محدود للغاية، وذلك إذا ما استخدمنا أحاسيسنا الفطرية، فما بالنا لو قمنا بتطبيق بعض المهمات البياجيتية عليهم! ربما كان الأمر أكثر سوءًا. هؤلاء البشر نضجهم العصبي طبيعي للغاية، وجهازهم العصبي المركزي لا مشكلة فيه. إذن نضج الجهاز العصبي المركزي، وإن كان شرطًا ضروريًا إلا أنه بمفرده لا يؤدي إلى تحقيق نمو طبيعي للحياة العقلية للفرد.

إن معنى ذلك أنه لا بد من توفير عوامل أخرى إلى جانب سلامة الجهاز العصبي المركزي، لتحقيق نمو عقلي طبيعي للطفل. تتمثل هذه العوامل في توفير خبرات بيئية طبيعية، وتوفير قدر مناسب من التفاعل الاجتماعي. ولكننا نستدرك هنا لنؤكد أنه لو توافرت لدى الخبرات الفيزيقية المناسبة والتفاعلات الاجتماعية المرغوبة؛ فإن ذلك ليس ضمانًا لتحقيق نمو عقلي طبيعي ما لم يكن الجهاز العصبي المركزي سليمًا تمامًا، مثلما أكدنا أن وجود خلل ما بالجهاز العصبي المركزي من شأنه إعاقة أي تطور عقلي طبيعي للطفل.

شروط ثلاثة إذن لابد من توافرها معًا لتحقيق نمو عقلي طبيعي للفرد:

جهاز عصبي مركزي سليم -خبرات بيئية طبيعية وفيرة- تفاعلات اجتماعية مناسبة.

ثانيًا: الخبرات الطبيعية (الفيزيقية): Physical Experiences

إذا افترضنا أن طفلاً ما كان جهازه العصبي المركزي سليمًا، وكان عمر هذا الطفل في حدود سبع سنوات، فهل معنى ذلك أنه قد أصبح مؤهلاً لأن يكون في المرحلة الإجرائية الحسية؟ الإجابة بالنفي قطعًا، ذلك أن سلامة الجهاز العصبي المركزي تحدد لنا ما يمكن أن يقوم الطفل بعمله في هذه المرحلة، ولكنه لا يستطيع أن يقوم بما يمكن القيام به ما لم نوفر له الخبرات البيئية الطبيعية التي تساعده، عندما يتفاعل معها على بلوغ مستوى العمليات العقلية الحسية.

وتعد الخبرة الطبيعية التي تأخذ شكل التفاعل بين الطفل وبيئته عاملاً هامًّا من العوامل المسهمة في نموه العقلي، خصوصًا في تلك المراحل التي تحتاج إلى خبرات حسية واقعية. كلما ازدادت البيئة التي يتفاعل معها الطفل ثراء وخصوبة كانت لديه فرصة أكبر في تحقيق نمو عقلي طبيعي، إن لم يكن متميزًا. فوجود وفرة في الخبرات البيئية التي يحتك بها الطفل ويتفاعل معها من شأنه أن يستثير في عقل الطفل تساؤلات عديدة حول هذه الخبرات. مثل هذه التساؤلات تؤدي بدورها إلى نمو مخططات الاحتفاظ وتذويت مخططات الانعكاسية؛ بحيث تصبح مثل هذه المخططات وغيرها جزءًا أصيلاً من البنية العقلية لهذا الطفل.

بالإضافة إلى ذلك، فإن تفاعل الطفل مع بيئته واحتكاكه المباشر بعناصرها من شأنه أن يؤدي إلى تنمية قدرته على استخلاص بعض المعرفة عنها، وذلك عن طريق التجريد والاستخلاص.

وهنا نتوقف أمام قضية تستحق التأمل، خصوصًا وأنه قد ثار حولها جدل بين بياجيه وبين من يتحفظون على موقفه تجاه هذه النقطة تحديدًا. ترجع نقطة الخلاف إلى أن بياجيه يرى -عن حق- أن للخبرات البيئية الحسية دورًا كبيرًا في التنمية العقلية للفرد. ويضيف آخرون أن الخبرات المدرسية يمكن أن تحقق ذلك الإسهام طالما أنها تُقدم للطفل في صورة خبرات حسية يتفاعل معها، خصوصًا في مجالات العلوم. وفي ضوء ذلك، فإنه من المفترض أن تسهم مثل هذه الخبرات المعملية الحسية في الإسراع بالنمو العقلي للتلاميذ.

يرى بياجيه أن مثل هذه الخبرات المدرسية -وإن كانت خبرات معملية حسية- لا تؤدي إلى الإسراع أو التعجيل بالنمو العقلي للتلاميذ، ذلك أنها -من وجهة نظر بياجيه- لا تعدو أن تكون أكثر من مهمات يتم تدريب التلاميذ من خلالها على التعامل مع مواقف معينة؛ فإذا ما طلب منهم أن يتعاملوا مع تلك المهمات مرة أخرى فإنهم قد ينجحوا فى ذلك، إلا أن هذا النجاح ليست له قابلية التعميم إلى مواقف أخرى تحتوي خصائص مماثلة. أى أن هذه المهمات موجهة لتحقيق أهداف محددة فقط، الأمر الذي يعني أن هؤلاء الأطفال لا تحدث لهم من خلال هذه المهمات تنمية عقلية حقيقية، وإنما تقتصر المسألة على مجرد الحفظ والتذكر.

في ضوء ذلك، فإن بياجيه يرى أن الخبرات المدرسية لا تؤدي إلى إحداث تنمية عقلية حقيقية، أو إلى الإسراع أو التعجيل بانتقال تلميذ من مرحلة عقلية معينة إلى المرحلة التي تليها. وإذا بدا لنا أن تعجيلاً ما قد حدث في النمو العقلي، فإنه يكون تعجيلاً ظاهريًا فقط وليس جوهريًا، أى أنه لا يؤدي إلى حدوث تطور وظيفي في البنية العقلية للفرد.

ومع ذلك، فإن دراسات عديدة قد أجريت لبحث مدى إمكانية إحداث تعجيل في انتقال التلاميذ من مرحلة عقلية إلى مرحلة عقلية أعلى إذا ما تعرضوا لخبرات عديدة في مجالات العلوم. ولم تتفق نتائج هذه الدراسات إلا فى حالة واحدة هي أن يكون التلميذ في المرحلة الانتقالية transitional stage بين مرحلتين عقليتين. في هذه الحالة يمكن لمثل هذه الخبرات أن تؤدي إلى تعجيل عملية الانتقال إلى المرحلة العقلية الأعلى.. على أية حال، فإن الأمر يحتاج إلى مزيد من البحث والاستقصاء قبل الوصول إلى تعميم معين في هذا الصدد.

ثالثاً: الخبرات والتفاعلات الاجتماعية:

Social Experiences and Interactions

هل يمكن القول بأنه إذا توافر للطفل جهاز عصبي مركزي سليم وخبرات بيئية طبيعية وفيرة، فإن ذلك يعني إمكانية حدوث تنمية عقلية حقيقية طبيعية له؟ الاحتمالية الكبرى هي أن تكون الإجابة بالنفي. لماذا؟ لأن مجرد تعريض الطفل

لعدد كبير من الخبرات الفيزيقية دون أن تكون هناك تفاعلات اجتماعية بينه وبين آخرين (الأقران والآباء والكبار. . .) سوف يجعل معاني تلك الخبرات لديه مبتورة ولا معنى لها.

إن ذلك يعني أن التفاعلات الاجتماعية هي التي تعطي لهذه الخبرات الفيزيقية معنى، وهي التي تؤدي إلى تعديل المخططات المختلفة الموجودة في بنية الطفل العقلية بشكل يؤدي إلى إسراع نموه العقلي. عندما يتعرض الطفل لخبرات بيئية عديدة فمن الطبيعي أن يتكون لديه العديد من التساؤلات التي يحاول أن يبحث عن إجابة لها. التفاعلات الاجتماعية مع الآخرين تساعده في الوصول إلى إجابات عن بعض هذه التساؤلات، وتبقى هناك تساؤلات أخرى يسعى -إن آجلاً أو عاجلاً- إلى البحث عن إجابة عنها. بإيجاز، فإن وجود الطفل في بيئة ذات خبرات حسية عديدة، ومع أشخاص عديدين يتفاعل معهم دائمًا بشكل إيجابي- يجعل العقل في حالة استثارة ونشاط مستمرين.

أيضًا، فإن التفاعل الاجتماعي بين الطفل وأقرانه، وبينه وبين الكبار من شأنه أن يؤدي إلى اكتساب الطفل أنماطًا تفكيرية معينة وخبرات لغوية عديدة. وليس بخافٍ على أحد منا أن اللغة مرآة التفكير. فكلما كانت الحصيلة اللغوية للطفل أكبر، وخبراته في اللغة أكثر اتساعًا -كانت هناك احتمالية أن يكون مستوى تفكيره أفضل.

بالإضافة إلى ذلك، فإن تفاعلات الطفل الاجتماعية مع الأقران ومع الكبار من شأنها أن تؤدي إلى تقليل درجة الأنوية (التمركز حول الذات) عند الطفل. ذلك أنه سوف تتكون لديه أنماط تفكيرية أكثر انفتاحًا على المجتمع وأكثر قبولية ممن يحيطون به. وعندما يحدث هذا التحول، فإن الطفل ينتقل من مرحلة الحكم على فعل معين من منظور الخاص إلى الحكم عليه -أي على الفعل- في ضوء مقاصد القيام به. الطفل هنا يصبح أكثر انفتاحًا على الآخرين وأكثر توجهًا نحو المجتمع.

الخلاصة:

في الصفحات السابقة قمنا بعرض ثلاث نقاط رئيسة: تطور التفكير عند الأطفال -المهمات البياجيتية- العوامل والشروط المسهمة في النمو العقلي. وكما أسلفنا، فإن تفصيلات عديدة سيرد ذكرها في صفحات تالية للعديد من المصطلحات التي أشرنا إليها نود أن نشير فقط إلى نقطة مهمة، وهي أننا في صفحات هذا الكتاب سوف نعرض لتلك المفاهيم الأساسية التي تشكل البنية العقلية للطفل في مرحلة العمليات الحسية، وعرضنا لتلك المفاهيم لا يعني أنها لا تبدأ في التشكل إلا في مرحلة العمليات الحسية، وإنما هي تبدأ في الظهور -بشكل بدائي على الأقل- في مرحلة ما قبل العمليات، الأمر الذي يعني أننا -كآباء ومربين- ينبغي أن نوفر الشروط اللازمة لاكتساب الأطفال هذه المفاهيم وأن نعد الأنشطة المناسبة لتحقيق ذلك.

نفس هذا الشيء ينطبق أيضًا على المفاهيم الأكثر تقدمًا وتعقيدًا، والتي تتكون في مرحلة العمليات الشكلية؛ حيث ينبغي أن نكون على أهبة الاستعداد لتوفير الخبرات والأنشطة المؤدية لاكتساب تلك المفاهيم.

عندما يكتسب الطفل المفاهيم التي تشكل جوهر البنية العقلية في المستوى العملياتي الحسي، ثم بعد ذلك يكتسب المفاهيم الأكثر تطورًا وتعقيدًا والتي تشكل جوهر البنية العقلية في المستوى العملياتي المجرد... عندما يحدث ذلك، فإننا في هذه الحالة نكون أمام عناصر بشرية متميزة ذات بنية عقلية علمية رياضية.

***

الفصل الثاني

التفكير المنطقي

Logical Thinking

مقدمة:

يمكن القول -بإيجاز-: إن التفكير المنطقي هو التفكير المنظم الذي تبرُز من خلاله قدرة الطفل على استخدام التفكير الاحتفاظي والانعكاسية وضبط المتغيرات وغير ذلك من القدرات التي تميز المفكر العملياتي الحسي وفيما بعد الشكلي.

وإذا كنا قد تكلمنا في صفحات سابقة عن الكيفية التي تتطور بها الحياة العقلية للطفل، فإننا نتساءل هنا عن المؤشرات التي تدل على أن طفلاً ما قد أصبح يفكر بشكل منطقي، وذلك من المنظور العام، وقبل الدخول في تفصيلات خاصة بتضمين الطفل في مهمات تتصل بالمفاهيم المختلفة. ويستتبع ذلك بالضرورة التساؤل عن تلك العلامات التي إذا غابت فإنها تدل على أن الطفل لم يبلغ بعد التوقيت الذي يفكر فيه بشكل منطقي.

على الصفحات التالية نقدم وجبة تشخيصية عامة يستطيع أيٌّ فرد منا من خلالها إدراك أن طفلاً ما قد بلغ المرحلة التي يستطيع أن يفكر فيها بشكل منطقي أو لم يبلغها بعدُ. ونود أن نؤكد أن التفكير المنطقي لا يتكون فجأة في توقيت معين، وإنما يُكتسب ويتطور خلال مراحل تفاعل الطفل مع مواقف الحياة المختلفة والأحداث البيئية المتنوعة، ولا يُفرض عليه من الخارج. فليس من الوارد مثلاً أن نقدم للطفل درسًا ندربه فيه على التفكير المنطقي فنجده بعده قد أصبح يفكر بشكل منطقي! نعم، قد نوجهه إلى الكيفية التي ينظم بها تفكيره وطريقة تعامله مع الأشياء والأحداث، ولكنه ينبغي أن يكون جزءًا أساسيًا متضمنًا في الحدث وفي الموقف ويتفاعل معه. عندئذ فقط يمكن للتفكير المنطقي أن يكتسب وأن ينمو.

وفي الصفحات التالية نتناول بعض القضايا الخاصة بالتفكير المنطقي، منها: عوائق اكتساب التفكير المنطقي- التفكير الاستقرائي والتفكير القياسي- مراحل استخدام المنطق أو التفكير الاستنتاجي(*).

(*) (انظر: Copeland.1979.pp.227-253).

عوائق اكتساب التفكير المنطقي:

لقد أفردنا في هذا الدليل صفحات كاملة لتناول بعض القدرات التي يؤدي غيابها لدى الطفل إلى افتقاد القدرة على التفكير بشكل منطقي منظم، سواء في مرحلة العمليات الحسية أم في مرحلة العمليات الشكلية. فعلى سبيل المثال، إذا لم تكن لدى الطفل القدرة على ممارسة التفكير الاحتفاظي والتفكير الانعكاسي والتفكير باستخدام المتغيرات والتخيل والتنبؤ، فإن هذا الطفل لا يمكن أن يكون قد بلغ مرحلة التفكير الإجرائي الحسي. كذلك إذا لم يكن لدى الفرد القدرة على إدراك العلاقات الارتباطية وضبط وعزل المتغيرات واستخدام التناسبات واستخدام المنطق الافتراضي؛ فإنه لا يمكن أن يكون قد بلغ مرحلة التفكير العملياتي الشكلي.

بالإضافة إلى تلك القيود المشار إليها، فإن هناك قيودًا وعوائق أخرى من شأنها أن تحد من قدرة الطفل على أن يفكر تفكيرًا منطقيًّا إذا لم يتم إزالتها والتغلب عليها.

ومن هذه العوائق:

أولاً- الأنويَّة أو تمركز التفكير حول الذات: Egocentrism of Thought:

أوضحنا من قبل أن تمركز تفكير الطفل حول ذاته يعوق قدرته على التفكير المنظم، فليست لديه قدرة على ممارسة التفكير النسبي، ذلك أن ما يراه صحيحًا من وجهة نظره ينبغي أن يراه الآخرون كذلك. ولقد دللنا على ذلك بأنه إذا قام شخص برفع يده اليمنى في مواجهة الطفل ثم سأله عن هذه اليد: أهي اليمنى أم اليسرى؟ فإنه يجيب: إنها اليسرى! لماذا؟ لأنها تواجه يده اليسرى! إنه لم يتخيل نفسه في موقع الشخص الآخر حتى يدرك أنها اليد اليمنى.

إن هذا الطفل ينظر إلى المشكلة أو الموقف من وجهة نظره فقط، ولا يعير اهتمامًا، وما إذا كان الآخر (أو الآخرون) المتضمن في نفس الموقف يفهم وجهة نظره هذه أم لا.

والطفل عندما يقوم بعمل ذلك فإننا نصف تفكيره بأنه متمركز حول الذات؛ ذلك أنه لا يشعر أن هناك حاجة أو ضرورة في أن يقنع الآخرين بأفكاره. ويرجع السبب

الرئيس في ذلك إلى أنه في هذه السن وبحكم تكوينه العقلي -يتقبل إجاباته التي يتوصل إليها هو بنفسه، ولا يعنيه أن يتساءل عن مدى صحة هذه الإجابات.

ثانيًا- عدم القدرة على ممارسة الاستبطان: Introspection

الاستبطان -ببساطة-: هو فحص الفرد أفكاره ودوافعه ومشاعره، ومن ثم يكون على وعي وإدراك بما يفكر فيه.

إن الطفل في مرحلة ما قبل العمليات يفتقد إلى الوعي بأفكاره الخاصة، فهو لا يقوم بتمحيصها أو تحليلها.

مثل هذه الإشكالية تتطلب من المعلم والأبوين وعيًا كبيرًا بها. فالمعلم عندما يحاول مساعدة الطفل في حل مشكلة ما أو في اكتشاف خطأ معين، فعليه أن يكون على وعي ودراية بمدى قدرة هذا الطفل على فحص وتحليل عمليات التفكير الخاصة به، والمرتبطة بهذا الموقف أو بتلك المشكلة.

إن السؤال البسيط الذي يجب أن نسأله هنا: هل يمكننا أن نفترض أن الطفل يكون على وعي وإدراك بما يعبر عنه من أفكار أم لا؟

للإجابة على هذا التساؤل، فإننا نعيد التأكيد على أن الطفل له عالمه الخاص به، والذي يتمركز تفكيره حوله، الأمر الذي يجعله -بشكل أو بآخر- يفتقر إلى الوعي أو الإدراك بالكيفية التي يتعامل بها هذا العالم. مثل هذا الفرد الذي يفكر لنفسه فقط، ولا يُخضع تفكيرَه لأي شكل من أشكال الفحص أو التحليل أو التساؤل أو التحدي -تكون لديه نزعة كبيرة نحو تقبل أفكاره الخاصة والاعتقاد في صحتها.

في دراسة قام بها بياجيه على أطفال تراوحت أعمارهم بين السابعة والعاشرة استلفت نظره أمر مهم، وهو أن الأطفال لم يستطيعوا أن يوضحوا كيفية الوصول إلى ما قدموه من إجابات. وقد افترض بياجيه أن هؤلاء الأطفال كانوا غير قادرين على إعادة تتبع الخطوات التي تم اتخاذها في عمليات التفكير التي قاموا بها، أو أنهم قد استخدموا سلسلة مصطنعة من الخطوات، الأمر الذي جعلهم أسرى عمليات خداعية فيما يمارسونه من تفكير.

وفيما يلي -على سبيل المثال- حوار دار بين قائم بالمقابلة (مجرب) وأحد الأطفال في سن السابعة، يتضح منه عدم قدرة الطفل على توضيح الكيفية التي توصل بها إلى الإجابة.

المجرب: هذه المنضدة طولها أربعة أمتار، أما هذه المنضدة (يشير إلى منضدة أخرى طويلة)، فطولها ثلاثة أضعاف طول المنضدة الأولى. كم إذن يبلغ طول المنضدة الثانية؟

الطفل: اثني عشر مترًا.

المجرب: كيف قمت بحساب طولها؟

الطفل: قمت بجمع ٢، ٢، ٢، ٢، . . . دائمًا ٢.

المجرب: لماذا ٢؟

الطفل: لكي أحصل على ١٢.

المجرب: ولماذا اخترت ٢؟

الطفل: لكيلا أختار رقمًا آخر.

الطفل هنا -كما هو واضح- يعرف الإجابة الصحيحة (وهو النمط الشائع في مدارسنا)، ولكنه لا يعرف كيف توصل إليها. إنه غير قادر على تحليل عمليات التفكير التي أدت إلى الوصول إلى الحل.

استطاع بياجيه من مثل هذه الحالة ومن غيرها من الحالات- أن يستنتج أن الطفل لا يستطيع أن يشرح ما كان يبحث عنه ولا أن يوضح ما قام بعمله للوصول إلى ما وصل إليه. إنه، أي الطفل، يستطيع فقط استخدام أسلوب اعتباطي غير منظم لتوضيح الكيفية التي توصَّل بها إلى إجابته.

من الواضح إذن، أن عملية التفكير الاستنتاجي Reasoning لدى الطفل ليست كلها عملية واعية، ذلك أن الطفل نفسه لا يدركها أو يحس بها. فالطفل إما أن يتذكر فقط عددًا من الكلمات المتضمنة في عملية تفكيره، ومن ثم يقوم بتوليفها معًا على نحو ما، أو أنه يقوم بعكس العملية كلها بادئًا من الإجابة التي قدمها ثم

يقوم عندئذ بتلفيق العملية من نهايتها حتى يصل إلى السؤال الأصلي أو المقدمة الأصلية التي بدأ بها.

السؤال الآن هو: متى يكون الاستبطان (فحص الفرد أفكاره ودوافعه) ممكنًا؟ يرى بياجيه أن الطفل لا يستطيع استخدام الاستبطان قبل سن السابعة، ولكن فيما بين السابعة والثانية عشرة، فإنه يبدأ في بذل جهد متناسق يمكِّنه من أن يكون واعيًا بعمليات التفكير التي يمارسها. ويتمثل ذلك التحسن في نمو قدرة الطفل في صياغة تعريفات.

مثل هذه الأفكار لها تضميناتها للآباء والمربين، خصوصًا فيما يتصل بتعاملاتهم مع أطفال المرحلة الابتدائية. فطفل هذه المرحلة، خصوصًا في الصفوف المبكرة لا يكون قادرًا على تحليل عمليات تفكيره. وفي ضوء ذلك، فمن غير المناسب تقديم مشكلات لهذا الطفل تتطلب منه القيام بعمليات تحليل منطقية. وعندما يبلغ الطفل سن السابعة والثامنة والتاسعة فإن عمليات التفكير التي يمارسها يغلب عليها الطابع البدائي، وهي أمور ينبغي أخذها في الحسبان عند التدريس لأمثال هؤلاء الأطفال.

ثالثًا: التفكير التحولي غير المترابط (استخدام القياس المنطقي في غير موضعه): Transduction:

أوضحنا في صفحات سابقة أن الأطفال في مرحلة ما قبل العمليات لا يستطيعون ممارسة التفكير الاستقرائي (أي تتبع الجزئيات للوصول منها إلى عموميات) ولا ممارسة التفكير الاستنباطي (تطبيق قاعدة عامة على موقف معين)، وإنما هم ينتقلون فقط من الخاص إلى الخاص. هذه الإشكالية تمثل عائقًا كبيرًا أمام ممارستهم لأي شكل من أشكال التفكير المنظم قبل سن السابعة (وفقًا لتقديرات بياجيه).

وطالما أن الطفل لا يستطيع القيام بالتعميم من الجزئيات (تفكير استقرائي)، ولا بتطبيق قاعدة عامة على موقف محدد (تفكير استنباطي)؛ فإنه بذلك لا يمكن أن يصنف كمفكر عملياتي حسي. إن طفل ما قبل السابعة يمارس تفكيرًا تحوليًّا غير مترابط، نطلق عليه أحيانًا استخدام القياس المنطقي في غير موضعه.

فهـو ينتقل من مـوقف خاص إلى موقف خـاص آخر، أي أنه يتـعامل مع كل موقف على حدة.

فقد يحدث، مـثلاً، أن نقوم بإلقاء حصاة كبيـرة في كأس به ماء أمام طفل في سن الثامنة فيرتفع الماء في الكأس. عندما نسـأله عن سبب ارتفاع الماء فإنه يقول: إن الحصاة ثقيلة. عندئذ نريه حصاة أخرى، ثم نـسأله عن توقعاته بالنسبة للماء إذا ألقينا الحصاة في الكأس، فيتـوقع أن الماء سيرتفع. وعندما نسأله عن السبب تكون الإجابة: إن الحصاة ثقيلة.

عندئذ نعرض عليـه حصاة صـغيرة، ونقدم له نفس الـتساؤلات فتكون إجـابته بالنفي -أي أن الماء سوف يبـقى ارتفاعه في الكأس كـما هو دون تغييـر. وعندما نسأله عن سبب توقعـه بقاء ارتفاع الماء كما هو تكون الإجابة: إن الحصـاة خفيفة! الطفل هنا يستخدم ما يبدو ظاهرياً أنه قـياس منطقي، وذلك بتطبيقه الفكرة القائلة بأن الأجـسام الكبـيرة تجعل المـاء يرتفع إلى أعلى إذا ما ألقـيت في الكأس الذي يوجد به الماء. ومع ذلك فإنه لم يستطع أن يكمل تفكيـره حتى النهاية، من حيث إن الأجسـام الصغيرة يمكـنها أيضًا أن تؤدي إلى ارتفـاع الماء لو أُلقيت في الكأس الذي يوجد به الماء ولكن بدرجة أقل.

عندئد نقدم سـؤالاً آخر للطفل: ماذا يـحدث إذا أُلقيت قطعـة من الخشب فى كأس به ماء؟ هل يرتفع الماء إلى أعلى؟ نعم. لماذا؟ لأنهـا ليست ثقيلة. الطفل هنا يتناقض مع نفـسه دون أن يدري، ولا غضـاضة عنده في ذلك. فالحـصاة الثـقيلة تجعل الماء يرتفع إلى أعـلى، وقطعة الخشب الخـفيفة تجـعل الماء يرتفع إلى أعلى! السبب الرئيس في ذلك التناقض هو أن الطفل لديه ببسـاطة أشياء وأحداث وأفكار عديدة في رأسـه، لا يستطيع أن يوجِد رابطًا بينـها، وهذا ما يجعلـه يفكر تفكيراً تحوليًّا غير مترابط وغير متماسك.

تلك هي إحدى المشكلات التي مـن شأنها أن تعمل كـعائق أمام تطور التـفكير المنطقي عند الطفل. وعادة ما تبدأ تلك المشكلة في أخذ طريقها إلى الحل بعد سن السابعة، شريطة توفـير العوامل والشروط المسهمة في النمـو العقلي، والتي سبقت الإشارة إليها.

رابعًا: عدم وضوح التعريفات: Non Clarity of Definitons:

التعريف -ببساطة-: هو إدراك الفرد ووعيه باستخدام كلمة أو مفهوم معين. إنه يعادل وضوح التفكير عندما نطلب من طفل ما أن يحدد لنا معنى كلمة معينة أو مصطلح معين، فكيف يقوم بهذا التحديد أو التعريف؟ لنفترض أننا قد سألنا، مثلاً، عن معنى كلمة «شوكة» أو «أم»، فإنه قد يقوم بالتحديد أو التعريف، وذلك بإعادة ترتيب الكلمة، كأن يقول: الشوكة هي الشوكة، أيضًا فإنه قد يعرِّف الكلمة على أساس الاستخدامات. فالأم بالنسبة له هي التي تُعد الطعام، والشوكة هي التي تستخدم في الطعام.

أيضًا، فإننا إذا ما سألنا طفلاً في الخامسة أو السادسة وربما في السابعة: ما هو المطر؟ فإنه يعرِّفه في ضوء استخداماته، ماء المطر يستخدم في الشرب، إنه لا يعرِّف المطر في ضوء السببية الفيزيقية، كأن يقول: إن المطر هو نتيجة... ولا هو يعرفه من منظور منطقي، كأن يقول: إن المطر ماء ينزل من السماء.

إن مفهوم السببية لم يتضح بعد للطفل فيما قبل مرحلة العمليات الحسية؛ لذا فإن الطفل في مرحلة ما قبل التفكير السببي يُسقط عقله داخل الأشياء؛ بحيث يختلط بها. بمعنى آخر، فإن الطفل يخلط بين المفهوم (كاستخلاص أو تجريد يعبر عن الخصائص المشتركة بين مجموعة من الأشياء يطلق عليه تسمية ما) وبين الشيء (ككينونة مادية).

فيما بين السابعة والثامنة يبدأ الطفل في التمييز بين التفكير (كممارسة عقلية) وبين الأشياء (التي هي كينونات موجودة في الواقع الحسي، ومن ثم فإنه يصبح أكثر وعيًا بالممارسات الخاصة بالتفكير الاستقرائي والتفكير الاستنباطي. فعندما تطلب منه، مثلاً، تعريف الأم فإنه يقول: إنها سيدة لها أطفال.

ومع ذلك، فإن هذه التعريفات المنطقية ليست كاملة ولا شاملة في هذا السن، ذلك أن هذه القدرة تكتمل لدى الطفل عندما يبلغ الحادية عشرة أو الثانية عشرة؛ حيث يكون قادرًا على إصدار تعميمات من على شاكلة: «كل الأمهات سيدات»، أو «ليست كل السيدات أمهات».

أيضًا، هناك بعض التعريفات التي يعجز الأطفال عن تحديدها بشكل منطقي، وذلك بسبب انخداعهم بمحتواها. فعلى سبيل المثال، فإن الكائنات الحية من صفاتها القدرة على الحركة. هذا صحيح، ولكن هناك أيضًا أشياء غير حية تتحرك عندما تتعرض لمؤثر خارجي. في مثل هذه الحالة، نجد أن الأطفال الصغار يُضفون على مثل هذه الأشياء صفة «الحياة».

وفي إحدى الدراسات طلب من الأطفال أن يصنفوا أشياء مختلفة من حيث كونها حية أو غير حية، مع تقديم السبب. وقد بدأت عملية تقديم الأسئلة بأشياء بسيطة مثل: كلب، سمكة، طير، ثم تدرجت في الصعوبة لتشمل: نهر، سحابة، سيارة. وقد تمحورت معظم الاستجابات حول أن شيئًا ما يكون حيًّا لأنه يتحرك. وعندما تم التركيز على سبب إضفاء صفة الحياة على السيارة أو السحابة- كانت معظم استجابات الأطفال، ما عدا قلة، متمحورة حول ربط صفة الحياة بالحركة.

أمثال هؤلاء الأطفال لم يصلوا بعد إلى مرحلة الوعي الكامل بتفكيرهم الخاص، وهو ما يحدث عند بلوغ سن الحادية عشرة أو الثانية عشرة.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن بعض كتب علوم المرحلة الابتدائية في بعض الدول العربية، خصوصًا في الصفوف الثلاثة الأولى، تسهم في تقديم تصورات خاطئة للأطفال عن معنى «الكائنات الحية»؛ وذلك عند ربطها بالحركة، حيث لا يشار فيها إلى أن المقصود بالحركة هنا هو الحركة الذاتية. ويحدث أن يرى الأطفال أشياء أخرى تتحرك مثل الكرة والسيارة فيُضفون عليها صفة الحياة؛ وذلك لأن الكتب لم تشر إلى أمرين:

الأول: أن حركة هذه الأشياء ليست نابعة منها وإنما نتيجة مؤثر خارجي.

الثاني: أن الكائنات الحية لا تتميز فقط بالحركة، وإنما بسمات أخرى، مثل: النمو والتغذية والتنفس والتكاثر. بل أكثر من ذلك، فإن هناك كائنات حية لا تتحرك، مثل النباتات.

دراسة أخرى أجراها كوبلاند(*) على مائة طفل في سن الثامنة، تضمنت سؤالاً رئيسًا هو: لو أنك قد لمست الشمس، فهل تشعر الشمس بذلك؟ أجاب واحد

(*) (Copeland, 1969, P.231).

وخمسون طفلاً بالإيجاب! بعض الأطفـال لم يتقبلوا السؤال أصلاً؛ «لأن الشمس ساخنة جدًّا»، أو «لأن الشمس بعيدة جدًّا»، أو «لأن الفرد سوف يموت إذا حاول الاقتراب منها»، إلخ. خمسة أطفـال فقط هم الذين أجابوا: الشمس لن تشعر إذا لمسناها لأنهـا ليست كـائنًا حيًّـا، معللين الإجـابة بأنه من المنطقي أن أي شيء لن يكون عنده إحساس إذا لم يكن حيًّا.

هذا الأمر يؤكد لنا، مـرة أخرى، أن التفكير الذي يمارســه الطفل يختلف عن التفكيـر الذي يمارسه الكبار؛ من حـيث إنه أقل دقة وأقل اعتمادًا عـلى القياس. ومن ثم فإن على الآباء والمعلمين بذل مـزيد من الجهد لتحديد الكيفـية التي يُعرَف بها للأطفـال كلمات مـعنية؛ لأنها تحـدد الكيفـية التي يفكر بهـا الأطفال في كل مرحلة من مراحل نموهم العقلي.

خـامسًـا: الكيـفيـة التي تسـتـخـدم بهـا الروابط والوصـلات المنطقـيـة: Logical Connectives:

عندما يقرأ الفرد منا مقالة معينة أو كتـابًا معينًا، فإنه يجد المقالة (أو الكتاب) مليئة بروابط ووصلات بين العبارات والجمل المختلفـة، وذلك لإضفاء تماسك ومنطقية على المحتـوى المعروض. الروابط أو الوصـلات هي مرآة للكيـفيـة التي يمارس بهـا الفرد التفكير السببي، أي علاقات السبب والنتيجـة. فعندما نقوم بتضمين محتوى ما روابط أو صلات مثل: لأن، لذلك، لهـذا، بناء على ذلك، في ضوء ذلك، إذن، عندئذ، ومن ثم، بناء عليه... فـإن مثل هذه الروابط تريد أن تقول لنا شـيئًا ما، خـصوصًا فيما يتصل بالعلاقات بين عبارات المحتوى، أو بالمترتبات الناجمة عن حدث معين.

إن الاستخدام المناسب لمثل هذه الروابط أو الوصلات يعكس وجود درجة كبيرة من الوضوح في التفكير وفي القدرة على إدراك علاقـات السبب والنتيجة، كما أن غياب اسـتخدام هذه الوصلات، أو استخدامهـا بشكل غير مناسب يعني أن الطفل لم يبلغ بعد مستوى التفكيـر المنطقي. وهذا يعني أن علينا كآباء وكمربين الالتفات إلى كيفية استخدام الأطفال لهذه الوصلات؛ لأن هذه الكيفية تعمل كمؤشر مبدئي على بلوغ الطفل أو عدم بلوغه مرحلة التفكير العملياتي.

ولقد بدأ بياجيه دراساته حول كيفية إدراك الأطفال للعلاقات المنطقية، وذلك عن طريق توجيه مجموعة من الأطفال إلى إكمال جملة غير منتهية، وذلك بشكل يجعلها جملة صحيحة أو ذات معنى. ولقد تمت صياغة الجمل بحيث يبدأ الجزء الناقص المطلوب إكماله بروابط تستخدم في المنطق مثل، «لأن»، «لذلك»، «نظرًا لأن»، «عندئذ». على سبيل المثال:

لقد انكسر زجاج النافذة لأن. . . .

لقد اغتسلت في الحمام لأن. . . .

لقد تعطلت حافلة المدرسة، وبناء على ذلك. . .

مثل هذه الروابط أو الوصلات تستخدم لتشير إلى السببية (علاقات السبب - النتيجة) وإلى العلاقات المنطقية. وعلينا أن نتذكر أن فكرة «العلاقات» relations كما أنها هامة في المنطق وفي الرياضيات، فإن قدرة الفرد على استخدامها بكفاءة تعكس مستوى عاليًا من التفكير المنظم.

وفيما يلي توضيح موجز لبعض هذه الروابط:

أ- لأن: Because

تستخدم هذه الوصلة لتحقيق عدة أهداف.

١- فقد تربط بين سبب ونتيجة لحدثين أو ظاهرتين. مثلاً: أصيب الطفل (نتيجة) لأن شخصًا ما صدمه بالدراجة (سبب).

٢- وقد تستخدم في إثبات علاقة منطقية، وليس بالضرورة علاقة سبب ونتيجة. فمثلاً: من المفترض أن يكون هذا الولد متجهًا إلى المدرسة لأنه يحمل حقيبة المدرسة. إن افتراض أن الولد متجه إلى المدرسة ليس حدثًا فعليًا قابلاً للملاحظة، ولكننا نفترض أنه متجه إلى المدرسة لأنه يحمل حقيبة.

وقد استخدم بياجيه هذا المنطق التضميني في مجال الرياضيات، وذلك بتوجيهه الأطفال أن يكملوا جملاً وعبارات على شاكلة: «إن نصف التسعة ليس أربعة

لأن. . . . ». هذه الجملة أو العبارة يمكن إتمامها على نحو صحيح على النحو التالي: «إن نصف التسعة ليس أربعة لأن ٤+ ٤ = ٨». أي أننا لكي نوضح أن نصف التسعة ليس أربعة لجأنا إلى علاقة غير سببية بين حدثين، فطالما أن ٤+ ٤ = ٨، فإن أربعة لا يـمكن أن تكون نصف التسعة. وبناء عليـه، فإن نصف التسعة ينبغي أن يكون شيئًا آخر. مثل هذه العلاقة هي علاقة منطقية.

٣- قد تستخدم «لأن» لتـحديد علاقة سبب ونتيجة، ليس بين حـدثين محسوسين كما في (١)، وإنما بين فـعل ومقصد. مـثلاً: «لقد وبخت شقيـقي الأصغر؛ لأنه كان يـسخر مني». إن مـثل هذه العلاقـة ذات طابع سيكولوجـي، فهي تتناول فعلاً ومقصداً.

إن الأطفال فيمـا قبل السابعة يمكنهم أن يستخـدموا الرابطة «لأن» عندما تكون هناك علاقـة بين أحداث واقعـية. ولكنهم يواجـهون مشكلة في اسـتخدامـها مع العلاقـات المنطقيـة والسيكولوجـية. ويعزو بيـاجيه ذلك إلـى أن الأطفال في هذه المرحلة يكون تفكيرهم متمركزًا حـول ذواتهم، الأمر الذي يجعلهم يشعرون أنه لا حاجة لهم بالتـعامل مع هذا النوع من العلاقات. بمعنى آخر، فـإنهم يتصورون أن الآخرين يفهمونهم تمامًا، ومن ثم لاحاجة لهم بالتعامل مع العلاقات المنطقية.

ب- «لذلك»، أو «لهذا»، أو «بناء على ذلك»، أو «إذن»: Therefore

لتوضيح كيفية استخدام إحدى هذه الروابط يمكن استخدام المثال التالي:

العشب مبتلٌ (نتيجة) لأن السماء تمطر (سبب).

استخدمنا هنا الوصلـة «لأن»؛ حيث إن العلاقة بين حدثين واقعيَّـين خاضعين للملاحظة، أي أننا نلاحظ أن العشب مبتل وفي نفس الوقت نشاهد السماء تمطر.

ننتقل الآن إلى حالة أخرى، وهي أن نرى العشب مـبتلاً، ولكننا لم نر السماء تمطر. الاستنتـاج المنطقي هو أنه مادام العـشب مبتـلاً فإن السمـاء تكون «إذن» قد أمطرت.

العشب مبتلٌ، إذن السماء أمطرت.

نتيجة: سبب منطقي

إن الرابطة «إذن» تستخدم للربط بين نتيجة وبين سبب منطقي.

وبطريقة مماثلة، فإننا نقول: إن نصف الستة ثلاثة؛ «لأن» ٣ + ٣ = ٦.

أو نقول: إن ٣ + ٣ = ٦؛ «إذن نصف الستة ثلاثة».

تجدر الإشارة هنا إلى أن الوصلة «إذن» أو «لهذا» تتضمن أكثر من العلاقة السببية التي تعبر عنها الوصلة «لأن»، ذلك أن «إذن» أو «لهذا» تعني أن الاستنباط أو القياس يكون ضروريًا، ذلك أننا طالما قلنا: إن العشب مبتل (نتيجة)؛ فإننا قد استنتجنا منطقيًا أن تكون السماء قد أمطرت، قياسًا على ابتلال العشب.

وقد أوضح بياجيه أن قدرة الطفل على تقديم مسوغات منطقية تظل منقوصة وغير كاملة حتى سن السابعة أو الثامنة؛ حيث تبدأ في التطور حتى تكتمل في سن الحادية عشرة أو الثانية عشرة (وفقًا لتقديرات بياجيه)، حيث يستطيع الفرد عندئذ استخدام البراهين الشكلية؛ لذا فإنه من النادر أن تظهر الرابطة «لذلك» أو «إذن» في مفردات الطفل قبل بلوغه هذه السن.

ج- «ومن ثم»، أو «عندئذ»: Then

تستخدم الوصلة «عندئذ» في البرهنة وفي تحقيق أغراض أخرى. وفيما يلي بعض الأمثلة التي توضح ذلك:

١- عندما يتفق فرد مع آخر على الالتقاء عقب انتهاء هذا الآخر من اجتماع مع بعض مرءوسيه؛ حيث يقول للأول: سألتقي بك عقب انتهاء الاجتماع. من الطبيعي أن يسأله الفرد الأول: متى سيكون الوقت عندئذ؟

هذا مثال لاستخدام الوصلة في حالة الوقت أو الزمن.

٢- عندما يتفق شخصان على القيام بزيارة ما، ثم يسأل أحدهما الآخر عما يجب أن يقوم بعمله بعد انتهاء الزيارة، بقوله: ما الذي تحب أن تقوم بعمله عندئذ؟

هذا مثال للاستخدام في التعامل مع وقائع أو أحداث.

٣- عندما يستيقظ أحدنا من نومه في الصباح الباكر في يوم من أيام الشتاء فيجد بعض قطرات من الندى على زجاج النافذة الخارجي، فإنه عندئذ يستنتج أن الجو بارد.

أي أن الوصلة قد استُخدمت هنا استخدامًا منطقيًّا؛ حيث عبرت عن نتيجة منطقية قياسًا على ما رآه الشخص من قطرات مائية على زجاج النافذة الخارجي.

د- «على الرغم من» أو «بالرغم من»، أو «برغم»: Although or Though:

تستخدم هذه الوصلة عندما نجد عبارة ما تتكون من جزأين بينهما تعارض أو خلاف **discordance**، مثل قولنا: «على الرغم من أنه قد أساء إليَّ كثيرًا، فإنني كنت كريمًا معه». الوصلة «على الرغم من» استخدمت هنا للإشارة إلى موقفين متباينين.

يقرر بياجيه أن الأطفال فيما بين السابعة والثانية عشرة يتعذر عليهم بدرجة كبيرة فهم مثل هذه الروابط، مقارنة بروابط مثل «و»، أو «لأن». على أية حال، فإنه من المهم أن نلتفت إلى كيفية استخدام الأطفال لهذه الوصلات بحسبان ذلك دليلاً، ولو بصفة مبدئية، على المستوى العقلي الذي وصلوا إليه. فعلى سبيل المثال، قد نجد طفلاً في الثامنة يقول:

«أنا لديَّ بعض الأصدقاء الكبار حتى لو كانوا ظرفاء». هو يقصد أن يقول «وإنهم ظرفاء».

«لقد سقط إبراهيم من على الشجرة على الرغم من أنه قد جرح». هو يقصد أن يقول: «وأنه قد جرح».

وهكذا فإن الأمر يتطلب فسحة من الوقت حتى يتمكن الأطفال من إدراك المعاني الكامنة وراء استخدام الوصلات أو الروابط المختلفة. ويزداد الأمر صعوبة ومشقة مع الوصلات الخاصة بالتضاد أو التعارض.

النقاط الخمس التي تناولناها في الصفحات السابقة تمثل عوائق، بالإضافة إلى عوائق أخرى مشار إليها في صفحات الكتاب- أمام تطور قدرة الطفل على التفكير

المنطقي، وغياب هذه العوائق أو إزالتها أو التغلب عليها يمثل خطوة أساسية نحو تنمية التفكير المنطقي لدى الطفل.

المطلوب منا، إذن، كآباء وكمربين أن نكون على وعي بما يلي:

١- مدى تمركز الطفل حول ذاته في أثناء ممارسته للتفكير.

٢- مدى قدرة الطفل على تحليل عمليات التفكير الخاصة به.

٣- مدى قدرته على استخدام القياس بشكل منطقي.

٤- مدى قدرته على تحديد معاني الكلمات بشكل واضح.

٥- مدى قدرته على استخدام الروابط أو الوصلات المنطقية بشكل سليم.

وذلك بالإضافة إلى قدرات أخرى كالاحتفاظ والانعكاسية والتخيل والتعدي. تم تناولها في موضع آخر في الدليل الحالي.

التفكير الاستقرائي والاستنباطي:

Inductive end Deductive Thinnking

أوضحنا في صفحات سابقة أن من بين المشكلات التي يواجهها الطفل في مرحلة ما قبل العمليات -هو أن تفكيره تحولي غير مترابط transductive، أي أنه غير قادر على التعميم من خلال حالات جزئية تتماثل فيما بينها في خصائص معينة، كما أنه غير قادر على تطبيق قاعدة معينة عامة على حالة محددة أو موقف معين. كل ما يقوم به الطفل في هذه السن هو أنه ينتقل من حالة خاصة إلى حالة خاصة كما أوضحنا في حينه.

إن ذلك يعني، ببساطة، أنه عندما يستطيع الطفل أن يمارس التفكير الاستقرائي والتفكير الاستنباطي- فإن ذلك يُعد مؤشرًا قويًا على بلوغه مرحلة العمليات بشقّيها الحسي والشكلي.

والتفكير الاستقرائي هو ببساطة قدرة الفرد على الوصول إلى تعميم ما عن مجموعة من الحالات التي يوجد بينها خصائص مشتركة. ولعل أبسط الأمثلة التي

توضح مثل هذا النوع من التفكير- هو قيامنا بتسخين قضيب من الحديد وملاحظة ما يحدث له، ثم تسخين قضيب من النحاس وملاحظة ما يحدث له، ثم تكرار نفس الشيء مع عدد آخر من الفلزات (مجازاً يطلق عليها معادن). سوف نلاحظ أن هناك خاصية مشتركة تجمع بين هذه المعادن عند تسخينها وهي أنها تتمدد.

من ملاحظة هذه الحالات الجزئية يمكننا أن نصل إلى تعميم، مفاده أن جميع الفلزات تتمدد بالحرارة.

يمكن القيام بالعديد من التجارب على ظواهر أخرى لكي يصل الطفل في نهاية كل مجموعة من التجارب إلى تعميم حول خاصية مشتركة تجمع بين عدد من الظواهر. هذا هو ما نطلق عليه التفكير الاستقرائي أو الاستدلال الاستقرائي، ويمكن ممارسته على مستوى أطفال المرحلة الابتدائية بما يساعدهم على بلوغ مرحلة العمليات الحسية بشكل أفضل.

نفس الشيء يمكن القيام به في حالة المفاهيم الرياضية؛ حيث يستطيع الطفل أن يصل إلى تعميمات رياضية من خلال دراسة حالات محددة تجمعها خصائص مشتركة، وفي ذلك تعويد للطفل على ممارسة الاكتشاف، الذي يودي به إلى الوصول إلى أنماط أو تعميمات معينة في ضوء ما قام به من ملاحظات.

على سبيل المثال، عندما يقوم الطفل بإيجاد قيمة حاصل جمع ٢ + ٤ = ٦، ثم إيجاد قيمة حاصل جمع ٤ + ٢ = ٦، فإنه سوف يستنتج أن ترتيب إضافة الأعداد لا يغير من قيمة حاصل الجمع. وعندما يقوم الطفل بتكرار الأمر مع عمليات جمع أخرى مثل: ١ + ٥ = ٦، ٥ + ١ = ٦، فإنه يستطيع عندئذ أن يصل استقرائياً إلى تعميم، مؤداه أن ترتيب المضافات لا يؤدي إلى تغيير قيمة حاصل الجمع (خاصة التبادل). وبطريقة مماثلة، فإن: $\frac{١}{٣} + \frac{١}{٤} = \frac{٧}{١٢}$. إننا نستطيع أن نحفز التلميذ على أن إضافة ٣ + ٤ = ٧، وأن حاصل ضرب ٣ × ٤= ١٢. ومن ثم فإنه يستدل استقرائياً على أن $\frac{١}{٤} + \frac{١}{٣} = \frac{٧}{١٢}$.

هذا عن التفكير الاستقرائي، فماذا عن التفكير الاستنباطي (القياسي)؟ إذا كان التفكير الاستقرائي يعتمد على ملاحظة أوجه التماثل بين عدد من الحالات حتى يمكن الخروج بتعميم ما يعبر عن هذا التماثل، فإن التفكير الاستنباطي لا يستلزم ذلك. فهو لا يحتاج لممارسته إلى القيام بتجارب أو عمل ملاحظات في الواقع، كما أنه لا يتم اكتسابه من خلال الحواس وتفاعلاتها مع البيئة الفعلية، كما هو الحال مع التفكير الاستقرائي. إنه يحتاج فقط التسليم بصحة مقدمتين (كبرى وصغرى) ليصل بناء على ذلك إلى استنتاج عقلي سليم.

مثال: إذا قلنا إن:

١- جميع المقيمين بمدينة المنصورة هم من قاطني محافظة الدقهلية.

٢- أحمد يقيم في مدينة المنصورة.

٣- إذن أحمد من قاطني محافظة الدقهلية.

المثال الموضَّح أعلاه يبين لنا أننا لسنا في حاجة إلى دليل من الواقع للوصول إلى ما توصلنا إليه في (٣)، وإنما المطلوب فقط أن يكون التفكير مرتبًا ومنظمًا. فالتفكير الاستنباطي مؤسس في ضوء اتساق العقل البشري مع المنطق المستخدم، ولا مجال للاحتمالات هنا. بمعنى آخر، فإنه بمجرد الموافقة على العبارتين ١، ٢ وقبولهما (المقدمة الكبرى والمقدمة الصغرى) فإن القبول بالعبارة (٣) يصبح أمرًا ملزمًا.

تجدر الإشارة هنا إلى أمر هام سبقت الإشارة إليه، وهو أن الطفل عندما يتعامل مع موقف كالموضح آنفًا ينبغي أن تكون لديه القدرة على استخدام العلاقة الخاصة بمنطق التضمين. بمعنى آخر، فإنه مادام الناس الذين يقيمون بمدينة المنصورة هم من قاطني محافظة الدقهلية، ومادام أحمد من المقيمين في مدينة المنصورة، فإنه بذلك يصبح من قاطني محافظة الدقهلية. وهذا ما أطلقنا عليه في الفصل الأول، وما هو مطلق عليه في الجزء الخاص بالتصنيف.. أطلقنا عليه «التضمين الفئوي» «Class inclusion».

وكما هو واضح، فإن التفكير الاستنباطي يأتي بعد نمو قدرة الطفل على ممارسة التفكير الاستقرائي، ذلك أن التفكير الاستقرائي هو أساس التفكير الاستنباطي. فمثلاً عندما نقول إن:

١- جميع الفلزات تتمدد بالحرارة (مقدمة كبرى).

٢- الحديد فلز (مقدمة صغرى).

٣- إذن الحديد يتمدد بالحرارة (نتيجة).

هذا تفكير استنباطي بُني أولاً في ضوء التفكير الاستقرائي الذي أدى إلى الوصول إلى التعميم: جميع الفلزات تتمدد بالحرارة.

ولهذا السبب، وفي ضوء ما أجراه بياجيه من دراسات وبحوث، فإن هذا النوع من التفكير (الاستنباطي) لا ينمو لدى الفرد قبل سن الحادية عشرة أو الثانية عشرة.

مراحل تطور التفكير الاستنباطي أو المنطقي: Stages of Logical Reasoning

في هذا الجزء، فإننا نعيد التذكير فقط بأن الطفل في حياته العقلية يمر بمراحل معينة، تبدأ بمرحلة ما قبل العمليات، وهي المرحلة التي لا يستطيع الطفل خلالها استخدام التفكير المنطقي في موضعه، ولا يستطيع أن يصدر تعميمات مبنية على ملاحظة حالات متماثلة. وتمتد هذه المرحلة حتى سن السابعة أو الثامنة.

بعد ذلك يدخل الطفل إلى المرحلة الإجرائية الحسية، وفيها تبدأ التناقضات في التفكير لدى الطفل تتناقص إلى أن تزول. كما أن قدرته على التعميم من حالات متماثلة تبدأ في التطور. أيضًا يبدأ في استخدام الممارسات الخاصة بالتفكير الاحتفاظي والانعكاسية، وتصبح لديه قدرة على التخيل والتنبؤ، وغير ذلك من القدرات المميزة لهذه المرحلة من التفكير. ولكن يغلب على هذه المرحلة الارتباط بالمواقف الواقعية وبالظواهر المحسوسة.

في المرحلة الثالثة، وهي مرحلة العمليات الشكلية التي تبدأ بعد سن الحادية عشرة أو الثانية عشرة (وفقًا لتقديرات بياجيه)، فإن الطفل يستطيع ممارسة تفكير

شكلي يتحرر فيه من القيود الفيزيقية ومن التجارب، فإن الطفل يستطيع ممارسة تفكير شكلي يتحرر فيه من القيود الفيزيقية ومن التجارب المبنية على التفاعل المباشر مع البيئة الطبيعية. يستطيع الطفل في هذه المرحلة ممارسة عمليات صياغة فروض واستخدامها في سلسلة من الخطوات المرتبطة مع بعضها منطقيّا وبشكل محكم، دون الحاجة إلى ربط عمليات اختبار صحة هذه الفروض بمواقف بيئية حسية.

الخلاصة:

تناولت الصفحات السابقة القضية الخاصة بتطور التفكير المنطقي، وذلك بشكل فيه عمومية. ولقد ركزنا على العوامل التي من شأنها، إذا وجدت، أن تعوق أو أن تُبطِئ من عملية بلوغ الطفل مرحلة التفكير المنطقي (الحسي أو الشكلي)، وإذا غابت أو أزيلت أو تم التغلب عليها، فإن من شأن ذلك تمكين الطفل من بلوغ مستوى التفكير المنطقي بشكل سلس.

بعد ذلك، فإننا قد عرضنا بشكل مبسط لنوعين من التفكير: الاستقرائي والاستنباطي، وبيَّنا أن توافر هذين النوعين من التفكير يعد أساسيًّا لاعتباره مفكراً منطقيّاً، وذلك مع شروط أخرى.

والصفحات السابقة يمكن أن تفيد المعلمين والآباء في عدة أمور، منها:

١- تعرف المراحل التي يمر بها الطفل على امتداد حياته العقلية، حتى يصل إلى مستوى التفكير المنطقي، سواء على المستوى العملياتي الحسى أم الشكلي.

٢- تحديد بعض المؤشرات التي يمكن أن تدل مبدئيًّا على مدى بلوغ الطفل مرحلة التفكير المنطقي، أو على عدم بلوغه ذلك المستوى إذا غابت تلك المؤشرات. الأمر يعتمد على تتبع الطفل في كيفية استخدامه للقياس المنطقي في غير موضعه أو في موضعه، أو في مدى وعي الطفل بأفكاره الخاصة وقدرته على تحليلها، أو في وضوح أفكاره.

٣- تعرف المدى العمري (التقريبي) الذي تظهر فيه كل مرحلة من هذه المراحل.

٤- تعرف عمليات التفكير المصاحبة لكل مرحلة من هذه المراحل.

القسم الثاني

الفصل الثالث

مفاهيم وعمليات حاكمة في التطور العقلي

Concepts and Processes Controlling Mental Development

مقدمة:

على صفحات أخرى من هذا الكتاب أوضحنا أنه لكي يصبح الطفل قادراً على ممارسة التفكير المنطقي المنظم، الحسي منه والشكلي- فإن هناك عدداً من العوائق ينبغي أن تكون قد أُزيلت أو تم التغلب عليها. وتمثلت هذه العوائق في تمركز تفكير الطفل حول ذاته -عدم وضوح الكيفية التي يستخدم بها التعريفات ويحددها -عدم ترابط تفكيره مما يودي به إلى استخدام القياس المنطقي في غير موضعه- استخدام الروابط أو الوصلات المنطقية بشكل خاطئ- عدم وعي الطفل بعمليات تفكيره وعدم قدرته على فحصها وتحليلها.

إن وجود مثل هذه العوائق يشكل عقبة أمام نمو التفكير المنطقي لدى الطفل. حقيقةً، إن هذه العقبات تبدأ في الضمور والزوال مع بداية دخول الطفل مرحلة العمليات الحسية حتى تنتهي تماماً مع بلوغه المستوى العملياتي الشكلي. ومع ذلك، فإن علينا كآباء وكمربين أن نكون على وعي بها وتقديم الخبرات اللازمة التي تمكن الطفل من التغلب عليها في توقيت مناسب، وبما يمكّنه من بلوغ مرحلة التفكير العملياتي في توقيت معقول.

أيضاً، فإن هناك مجموعة أخرى من المفاهيم والعمليات المتخللة التي يحتاج الطفل إلى اكتسابها، حتى يتمكن من التعامل مع المفاهيم الخاصة، كل من مرحلة التفكير العملياتي الحسي ومرحلة التفكير العملياتي الشكلي. ولتبسيط الأمر، فإن بياجية قد حدد لكل مرحلة من المرحلتين مجموعة من المفاهيم (ذات الطابع العلمي والرياضي) التي إذا عجز الطفل عن التعامل معها فإنه بذلك لا يكون قد بلغ تلك المرحلة. فعلى سبيل المثال، فإن مفاهيم التصنيف والتسلسل والعدد والهندسة الطوبولوجية والهندسة الإقليدية والهندسة الإسقاطية والأطوال والمسافات والقياسات والمساحة والحجوم والزمن والمادة والكتلة والسببية... كل هذه المفاهيم ينبغي أن يكون الطفل متمكناً منها، حتى يمكن القول بأنه قد بلغ مرحلة العمليات الحسية. علينا أن نتذكر أن كل مفهوم من المفاهيم المذكورة يتضمن مفاهيم فرعية،

وكل مفهوم فرعي له بعض المهمات التي إذا أجاب عنها الطفل وقدم لها التفسير المناسب، فإنه بذلك يكون قد بلغ مرحلة العمليات الحسية، وإذا لم يُجِب عليها فلا يكون قد بلغ تلك المرحلة، وإذا نجح في التعامل مع بعضها وعجز عن التعامل مع البعض الآخر، فإنه بذلك يكون في وضع انتقالي transitional بين مرحلة ما قبل العمليات ومرحلة العمليات الحسية.

عندما يكتمل نمو الطفل في مرحلة العمليات الحسية (من السابعة إلى الحادية عشرة وفقًا لتقديرات بياجيه) فإنه يبدأ في الدخول إلى مرحلة العمليات الشكلية. ويتم الاستدلال على بلوغ الطفل المرحلة الإجرائية الشكلية إذا ما نجح في التعامل مع المهمات الخاصة بمفاهيم تلك المرحلة، وهي مفاهيم أكثر تقدمًا من مفاهيم مرحلة العمليات الحسية، فهناك المفاهيم الخاصة بالتناسبات وبالارتباطات وبضبط وتحديد وعزل المتغيرات وبالمنطق وبالتوافيق. وهذه المفاهيم وغيرها أكثر تعقيدًا وتطورًا من مفاهيم مرحلة العمليات الحسية. وعلى الرغم من أن بياجيه قد حدد سن الحادية عشرة أو الثانية عشرة لبلوغ الطفل مستوى عقلي يمكِّنه من التعامل مع المهمات الخاصة بتلك المفاهيم المتطورة، إلا أنه -وكما سبق أن أوضحنا- فإن العديد من الدراسات الأمريكية قد أوضحت أن حوالي ستين بالمائة من طلاب الجامعات الأمريكية لم يبلغوا بعدُ تلك المرحلة. على أية حال، فإن ما يعنينا هنا هو أن نكون على وعي ودراية بمتطلبات بلوغ الفرد هذا المستوى العقلي، الأمر الذي يمكِّننا من توفير بيئة مناسبة له تساعده على بلوغ تلك المرحلة في توقيت مناسب.

بالإضافة إلى ذلك، فإن هناك مفاهيم وعمليات متخللة Intervening Processes and Concepts يحتاج الطفل إلى بعضها أو كلها عند تعامله مع المهمات الخاصة بمفاهيم متعددة في كل من مرحلتي العمليات الحسية والشكلية. فعلى سبيل المثال، فإن مفهوم الاحتفاظ يحتاج إليه الطفل عند تعامله مع مفاهيم، مثل تلك الخاصة بالأطوال والمساحات والحجوم والزمن والمادة والكتلة. ومن ثم فإن افتقاد الطفل القدرة على التفكير الاحتفاظي يجعله غير قادر على التعامل مع المفاهيم المشار إليها، وبالتالي لا يمكن عده -أي الطفل- مفكرًا عملياتيًّا حسيًّا.

وهكذا الحال مع مفاهيم وعمليات أخرى متخللة سوف نتناولها في الصفحات التالية.

وبناء على ذلك، فإن على الآباء والمربين أن يكونوا على دراية بهذه المفاهيم والعمليات المتخللة؛ حيث إنهم سوف يواجهونها، بشكل أو بآخر، عند محاولة فهم المستوى العقلي للطفل وعند محاولة تفسير سبب أو أسباب عدم بلوغ الطفل مستوى عقلي معين.

والمفاهيم والعمليات والقدرات المتخللة التي سوف نقدمها في الصفحات التالية هي: الاحتفاظ -الانعكاسية (أو المقلوبية)- التفكير باستخدام المتغيرات- الأطر المرجعية- التخيل و/ أو التنبؤ- التمثيل الذهني- التعدي (أو التحويلية)- السببية- الاستقراء والاستنباط- القياس (الكمي).

نود فقط الإشارة إلى أن مفهومًا ما قد يحتاج للتعامل معه بنجاح إلى مفهوم متخلل واحد من تلك المفاهيم، بينما مفهوم آخر قد يحتاج إلى أكثر من مفهوم متخلل لكي يتم التعامل معه بنجاح. أيضًا، فإن هناك مفاهيم متخللة نجدها تشكل متطلبات أساسية في نمو التفكير المنطقي بدرجة أكبر مما تشكله مفاهيم متخللة أخرى. وبالإضافة إلى ذلك، فإن هناك مفاهيم وعمليات متخللة مختلفة ترتبط فيما بينها بدرجة كبيرة، فلا يمكن تناول بعضها دون الإشارة إلى الأخرى. فعلى سبيل المثال، سوف نجد درجة كبيرة من الارتباط بين مفاهيم، مثل الاحتفاظ والانعكاسية والتعدي. وهكذا الأمر مع مفاهيم أخرى سيشار إليها في حينها.

بَقي أن نؤكد أن دراسة المفاهيم والعمليات المتخللة الواردة في الصفحات التالية، بالإضافة إلى ما تم عرضه في الفصل الخاص بتطور التفكير المنطقي.. هذه الدراسة تمثل أرضية أساسية قوية تمكننا من الوقوف على الكيفية التي يفكر بها الطفل، وتحديد أنسب الخبرات والأنشطة التي تساعد على نموه عقليًا بشكل مناسب، بل وتحديد مستواه العقلي.

أولاً: الاحتفاظ: Conservation

الاحتـفاظ -كـما أوضحـنا من قبل- هو القـدرة على إدراك أن خواصَّ معـينة للشيء تبقى كما هي دون تغيير، حتى لو حدث تغيير في مظهـر الشـيء نفسـه أو في شكله الخارجي.

والاحتـفاظ -كقدرة- لا يسـتطيع الطفل ممارسته قـبل بلوغه مرحلة العـمليات الحسية (أي في سن السابعة تقريبًا وفقًـا لتقديرات بياجيه). وأما قبل تلك المرحلة، فإن الطفل لا يستطيع ممارسة التفكير الاحتفاظي.

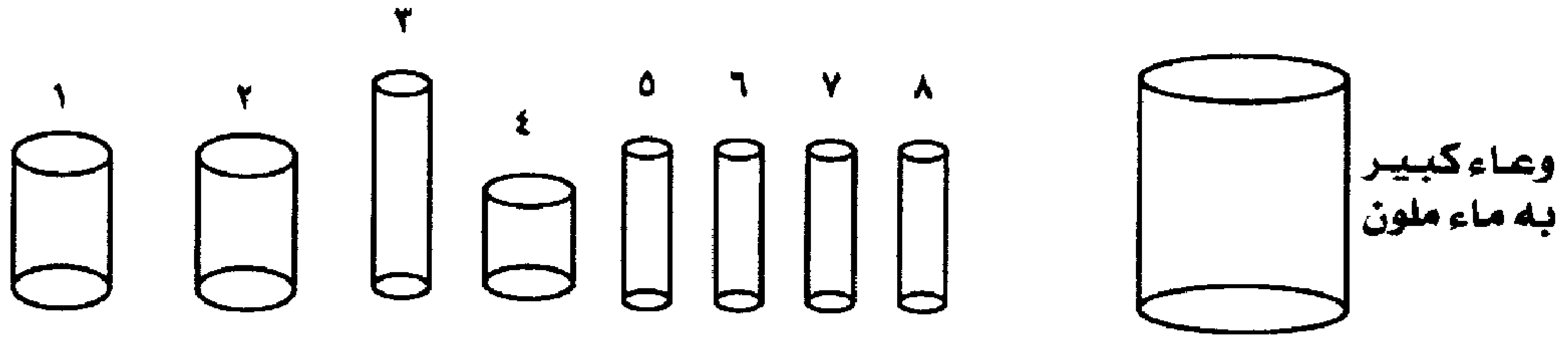
وقد قدمنا مثالاً يوضح ذلك، بأن نأخذ حقيبـة ورقية ونوجد كتلتها، ثم نمزقها إلى أجزاء صغيرة ونسأل الطفل: هل كتلة الحقيبة بعد تمزيقها إلى أجزاء هي نفسها كتلتـها قبل تمزيقـها أم أكثر أم أقل؟ الطفـل في مرحلة ما قبل الـعمليات الحسـية يتصور أن تغـييرًا ما قـد حدث في كتلة الحقيـبة نتيجـة تمزيقها؛ ذلك لأن التغـيير الظاهري الذي حدث في شكلها قـد خدعه. بمعنى آخر، فإن الانطباعـات الحسية للطفل تكون مهمينة على الطريقة التي يتعامل بها مع الأحداث والمواقف والأشياء، الأمر الذي يجعله غيـر قادر على الاحتفاظ بخواص الشيء إذا ما حدث فـيه تغيير ظاهري.

ولمزيد من التوضيح لفكرة الاحـتفاظ، بحسبانهـا من أهم المفاهيم المتخللة التي تحدد مـا إذا كان طفل مـا قد بلغ مرحلة التـفكير العـملياتي أم لا؟ فلنأخـذ المثال التالي(*):

لنقم بفحص محتويات الشكل التالي:

لدينا وعـاء كبـير به مـاء ملوَّن، و وعاءان آخـران (١، ٢) لهمـا نفس الشكل والحجم، فارتفـاعهما واحـد واتساعهمـا (قطرهما) واحد، ووعاء آخـر (٣) أكثر ارتفاعًا وأقل اتساعًـا (قطرًا) من أي من الوعائين (١ أو ٢)، ووعاء رابع (٤) أقل ارتفاعًا وأكثر اتساعًا، وأربعة كـئوس زجاجية (٥، ٦، ٧، ٨) متساوية في الشكل والحجم ولكنها أصغر من أي من الوعائين (١ أو ٢).

(*) (انظر: Unesco unicef Cedo, pp. 19-20).



نقوم بصبٍّ بعض الماء الملون في الوعاء (١) حتى يرتفع إلى منتصفه، في مواجهة الطفل. عندئذ نطلب من الطفل أن يقوم بصب ماء ملون في الوعاء الآخر (٢) حتى يبلغ نفس الارتفاع الذي بلغه في الوعاء الأول. عندما يقتنع الطفل ويوافق على أن مقدار الماء الموجود في الوعائين (١، ٢) متساوٍ -نقوم بصب الماء الموجود في أحدهما (وليكن ١) في الوعاء (٣) (الأطول والأقل قطرًا) حيث من الطبيعي أن يرتفع الماء فيه إلى مستوى أعلى مما كان عليه في الوعاء الأول (١): عندئذ نسأل الطفل: هل مقدار الماء الموجود في هذا الوعاء (نشير إلى ٣) مساوٍ لمقدار الماء الموجود في ذاك الوعاء (نشير إلى ٢)؟

بمجرد أن نتلقى إجابة الطفل وتفسيره لها نُعيد الماء مرة ثانية من الوعاء (٣) إلى الوعاء (١)، ثم نقوم بإعادة نفس الخطوات مع الوعاء (٤) (الأقل ارتفاعًا والأكثر اتساعًا)، ثم نسأل الطفل: هل مقدار الماء الموجود في هذا الوعاء (نشير إلى ٤) مساوٍ لمقدار الماء الموجود في ذاك الوعاء (نشير إلى ٢)؟

عندئذ، نعيد الماء الموجود في الوعاء (٤) إلى الوعاء (١)، ثم نقوم بصبِّه مرة ثانية، ولكن موزعًا على الكئوس الصغيرة (٥، ٦، ٧، ٨) ثم نسأل الطفل: هل مقدار الماء الموجود في هذه الكئوس مجتمعة (نشير إلى ٥، ٦، ٧، ٨) مساوٍ لمقدار الماء الموجود في هذا الوعاء (نشير إلى ٢)؟

مع كل سؤال من هذه الأسئلة ندون إجابة الطفل وتفسيره للإجابة.

ويجدر بنا هنا أن نعيد التذكير بأمرين:

الأول: أننا لا نبدأ المهمة إلا بعد أن نتأكد من أن الطفل على يقين بأن الوعاءين (١، ٢) متماثلان (من حيث الشكل والحجم).

الثاني: ألاَّ نبدأ المهمة، أيضًا، إلا بعد أن يؤكد لنا الطفل أن مقدار الماء الموجود في الوعاء (١) مساوٍ لمقدار الماء الموجود في الوعاء (٢).

ما هو المتوقع من طفل ما قبل مرحلة العمليات الحسية عند تعامله مع هذه المواقف؟ من المتوقع أنه يتصور أن الماء الموجود في الوعاء الأكثر ارتفاعًا (٣) أكثر من الماء الموجود في الوعاء الأقل ارتفاعًا (٢)، وذلك على الرغم من أنه متأكد من أن الماء الموجود في الوعاء الأكثر ارتفاعًا (٣) هو نفسه الذي كان موجودًا في الوعاء (١) وأن الماء الموجود في الوعاء (١) كان مساويًا في المقدار للماء الموجود في الوعاء (٢). من المنطقي إذن، أن يكون مقدار الماء في الوعاء (٣) مساويًا لمقدار الماء في الوعاء (١). ومع ذلك فإن الطفل قد انخدع بالمظهر، فتصور أن الماء في (٣) أكثر منه في (١)! لماذا؟ لأن هذا الوعاء (٣) أطول من هذا الوعاء (١).

ربما تكون الإجابة في الاتجاه المعاكس، بمعنى أنه قد يتصور أن الماء في الوعاء (٣) أقل منه في الوعاء (١)؟ لماذا؟ لأن هذا الوعاء (٣) أصغر (يقصد أقل قطرًا) من الوعاء (١).

مثل هذه الإجابات والتفسيرات تتكرر عند تكرار التجربة، وذلك عندما نقوم بإعادة صب الماء في الوعاء ٤ (الأقل ارتفاعًا والأكثر اتساعًا). يزداد الأمر صعوبة عندما نقوم بإعادة صب الماء، ولكنه هذه المرة موزع في الكئوس ٥، ٦، ٧، ٨، حيث ربما يتصور الطفل أن وجود الماء في أوعية متعددة يجعل مقداره أكبر مما لو كان في وعاء واحد.

لماذا يخفق الأطفال في مرحلة ما قبل العمليات Pre-Operational Stage في ممارسة التفكير الاحتفاظي؟ إننا نتصور أن هناك سببين لذلك:

الأول: عندما يتغير المظهر الخارجي للشيء في أبعاد معينة، فإن الطفل يركِّز على التغيير الذي حدث في بُعد واحد، ويغفل التغيرات التي حدثت في الأبعاد الأخرى، التي من شأنها إحداث توازن مع البعد الذي ركز عليه الطفل. بمعنى آخر، فإن الطفل يركز فقط على أن الوعاء (٣) أكثر ارتفاعًا من الوعاء (٢) ويغفل

عن حقيقة أخرى، وهي أنه أيضًا أقل اتساعًا، أي أن زيادة الارتفاع قابلها نقص في الاتساع الطفل يركز فقط على بُعد واحد.

الثاني: الطفل في مرحلة ما قبل العمليات غير قادر على ممارسة تلك العملية العقلية المسماة «الانعكاسية أو المقلوبية» reversibility، وهي العملية التي بموجبها يستطيع الفرد أن يرد اتجاه تفكيره نحو النقطة التي كانت العملية قد بدأت من عندها. ففي المثال السابق، الماء الذي بالوعاء (١) له نفس مقدار الماء في الوعاء (٢)، فإذا قمنا بصب الماء من الوعاء (١) إلى الوعاء (٣)، فمن الطبيعي أن يكون مقدار الماء في الوعاء (٣) هو مقدار الماء نفسه الموجود في الوعاء (٢). كيف نصل إلى هذه النتيجة؟ بأن نقوم برد اتجاه تفكيرنا إلى النقطة التي كان الموقف قد بدأ بها. تلك هي إحدى المشكلات التي يعاني منها طفل ما قبل العمليات، حيث يصعب عليه أن يعكس اتجاه تفكيره بحيث يتخيل الوضع الذي كان عليه الشيء أو الموقف عندما بدأت العملية.

ما الذي يعنيه ذلك؟ يعني أن الأطفال في مرحلة ما قبل العمليات يكونون مرتبطين بدرجة كبيرة بمدركاتهم الحسية Perceptions، وعندما يكبر الأطفال قليلاً، فإنهم قد يفهمون أن مقدار الماء لا يتغير إذا قمنا بصبه في إناء أكثر ارتفاعًا وأقل اتساعًا، أو في إناء أقل ارتفاعًا وأكثر اتساعًا، ولكن فكرتهم عن الثبات invariance تظل ضبابية أو مهتزة، Fragile خصوصًا عندما تكون عملية التحول كبيرة جداً (كأن يتم صب الماء في إناء طويل جداً وضيق جداً، أو في إناء عريض جداً وقصير للغاية(*)).

يوضح تقرير اليونسكو أيضًا (p.20) أن الطفل في مثل هذه الحالات التي يواجه فيها موقفًا إستاتيكيًا static situation فإنه ينزع نحو تفسير الموقف في ضوء ما قام بملاحظته في تلك اللحظة المعينة، وذلك بدلاً من ملاحظة أو رؤية التغييرات التي تربط موقفًا إستاتيكيًا بموقف إستاتيكي آخره ويحدث ذلك بسبب هيمنة الانطباعات الحسية. على الجانب الآخر، فإن الطفل عندما يتأمل التحولات التي تربط بين الحالات (أو المواقف) ينزع نحو رؤية هذه التحولات transformations بشكل

(*) (انظر: unesco unecef Cedo,p.20).

مستقل عن الحـالات نفسها states، ويقوم بتمثل assimilate هذه التحولات في أفعاله الأنوية المتمركزة حول نفسه.

عندما يبدأ الطفل في دخول مرحلة التفكير الحدسي -يواصل التقرير- فإنه يبدأ في التخلي عن هذا التمركز (حول ذاته) وذلك بأسلوبين:

الأول: من خلال خبرات التعلم Learning Experiences.

حيث يوجد نوعان من هذه الخبرات:

النوع الأول: هو خبرات التعلم الطبيعية (الفيزيقية): Physical Experience

وفي هذا النوع من الخبرات، يتعلم الطفل كـيفية استخلاص السمـات الفيزيقية للأشياء، مثل لونها وملمسها ووزنها ورائحتها.

النوع الثاني: هو الرياضي المنطقي Logic -Mathematical.

وهذا النوع من الخبرات يتكون من النشاط الذي يقوم به الطفل على الأشياء.

في هذا الموقف سـوف يكتـشف الطفل خـصـائص أفـعـاله هو، وليس فـقط خصائص الأشيـاء نفسهـا. ويطلق بيـاجيه على هذا النوع من الخبرات «التجريد أو الاستـخلاص التـأملي» reflective abstraction على أسـاس أن ما يتم تعلمـه مستخلص من التنسيق بين الأفعال.

ولتوضيح ذلك، فإن بيـاجيه يعطي مثالاً بسيطًا لطفل صغـير يلعب في الحديقة ولديه عشرة بالونات أحجامها مـختلفة، يقوم الطفل بإعادة ترتيب البالونات بطرق مـتـعددة، وفي كل مـرة يقـوم بحـسـاب عددها. يـصل الطفل في النهـاية إلى استـخلاص، مؤداه أنه مهـما كانت الطريقة المرتـبة بها البالونات فـإن عددها يظل عشـرة ولا يتغير. في هـذه الحالة يمكن أن تحل أي مجـموعة من الأشيـاء محل البالونات؛ حيث إن الطفل كان يتـعلم حول أفعاله actions وليس حول خصائص الأشياء objects.

الثاني: من خلال التشارك والتعاون مع الرفاق co- operating with peers.

يمكن للطفل أن يبقى على حالته من التمركز حول ذاته، حتى يصبح مدركًا أن شخصًا ما له رأي آخر أو فكرة أخرى حول قضية معينة. الطفل عندئذ يجد أنه من الضروري أن يتأمل أفكاره الخاصة ويتحقق من صحتها في ضوء هذه الرؤية الجديدة (التي طرقها آخرون)، وعند هذه النقطة يبدأ تدريجيًا في التخلي عن تمركز أفكاره حول ذاته.

عندما يدخل الطفل في مرحلة العمليات الحسية، فإن مفهوم الاحتفاظ يكون قد اكتمل عنده، إلا في حالات قليلة تنتظر مرحلة العمليات الشكلية. فهو قد بدأ ينظر إلى الأمر على أنه إذا كان قد حدث تغيير (ازدياد طول الوعاء)، فإن تغييرًا قد حدث في الاتجاه المعاكس (نقص قطر الإناء) بحيث يؤدي هذان التغييران إلى أن يبقى مقدار الماء واحدًا بدون تغيير. تكون فكرة الانعكاسية قد اكتملت، ويكون قد تخلى عن تمركزه حول نفسه عندما يواجه موقفًا ما، ويكون قد بدأ يتأمل أفعاله.

على امتداد صفحات الكتاب سوف نواجه بمواقف عديدة لا يستطيع الطفل أن يتعامل معها بشكل منطقي، ما لم يكن مفهوم الاحتفاظ واضحًا عنده. وبناء على ذلك، فإن علينا كآباء ومربين أن نقدم للأطفال مهمات عديدة، سيرد ذكر نماذج لها فيما بعد، لتعرف مدى قدرتهم على ممارسة التفكير الاحتفاظي.

ثانيًا: الانعكاسية: Reversibility

الانعكاسية كما سبق أن أوضحنا، هي قدرة الفرد على رد اتجاه تفكيره إلى النقطة التي كانت العملية قد بدأت منها. وبناء على ذلك، فإنه لا يمكن القول: إن فردًا ما لديه قدرة على ممارسة التفكير الاحتفاظي ما لم تكن لديه القدرة على ممارسة التفكير الانعكاسي أو المقلوبي، والعكس أيضًا صحيح. المفهومان - الاحتفاظ والانعكاسية- إذن مرتبطان ببعضهما بشكل وثيق. وعلينا أن نأخذ ذلك في الحسبان عند تعاملنا مع المهمات العديدة التي سيرد ذكرها في الكتاب، بمعنى أن المهمة التي تتطلب تفكيرًا احتفاظيًا هي بالضرورة تتطلب أيضًا تفكيرًا انعكاسيًا (مقلوبيًا)، والعكس أيضًا صحيح.

علينا أن نتذكر هنا أيضًا أن مصطلح «العملية» Operation، الذي أوضحنا في الفصل الأول أنه يمثل علامة فاصلة في حياة الطفل العقلية، بمعنى أنه يمثل دخول الطفل إلى مرحلة التفكير المنطقي التي تبدأ بالمرحلة العملياتية الحسية وصولاً إلى المرحلة العملياتية الشكلية... علينا أن نتذكر أنها (أي العملية) ترتبط ارتباطًا وثيقًا بالانعكاسية، بالإضافة إلى ارتباطها بالاحتفاظ. فالطفل لا يستطيع أن يمارس أي عملية عقلية (بالمعنى الحقيقي الأصيل للعملية) ما لم تكن لديه القدرة على ممارسة التفكير الانعكاسي.

العملية -كما أشرنا من قبل إلى تعريف بياجيه لها- هي فعل داخلي يمكن رده أو إرجاعه (عقليًا) إلى النقطة التي بدأ منها. أي أن هذا الفعل له خاصية الانعكاسية، بمعنى أنه يمكن أن يحدث في اتجاه ما، كما يمكن أن يحدث في الاتجاه المعاكس.. وبالتالي، فإن إيجاد حاصل جمع رقمين هو عملية تحدث في اتجاه، ويمكن أن تحدث في الاتجاه المعاكس.. فإضافة ٣ إلى ٣ ينتج عنه ٦. وبالمثل، فإن طرح ٣ من ٦ ينتج عنه ٣.

وهناك نوعان من الانعكاسية أو المقلوبية:

١- انعكاسية عن طريق النقض أو الإبطال أو النفي negation، بمعنى أن أ-أ= صفر، أو ١-١= صفر. فلو كانت كفتا ميزان عادي متوازيتين، ووضعنا ثقلاً في إحدى الكفتين، فإن الاتزان يختل. ولإعادة الاتزان إلى وضعه الأصلي وفقًا لمفهوم النقض أو الإبطال، فما علينا إلا أن نرفع الثقل الذي وضعناه في إحدى الكفتين. عندئذ يعود الاتزان إلى ما كان عليه.

٢- انعكاسية عن طريق التبادلية reciprocity، وذلك عن طريق الإضافة إلى الطرف الآخر وليس الإبطال. ففي حالة المثال السابق، فعند وضع ثقل في إحدى الكفتين يؤدي إلى اختلال الاتزان، فبدلاً من رفع الثقل حتى يعود الاتزان؛ يتم وضع ثقل مساوٍ في الكفة الأخرى حتى يحدث الاتزان.

والآن، ماذا يحدث إذا واجه الطفل موقفًا مطلوبًا منه فيه أن يمارس تفكيرًا انعكاسيًا؟ دعنا نعرض المثال التالي(*).

(*) (umeco unicef cedo,p.19).

١- يتم عرض ثــلاث حبات من مــسبــحة (أ، ب، جـ) موجــودة على سلك غليظ وذلك أمام الطفل، بحيث يكون لكل حبة لون مختلف.

٢- يتم إدخال السلك وعليه الحبات في أنبوب إسطواني من الورق المقوًى، وذلك من اليسار إلى اليمين.

٣- يتم تزويد الطفل برسم للسلك عليه حبات المسبحة الملونة، بحيث يكون الرسم أمام الطفل.

٤- يطلب من الطفل أن يتنبأ بالحبة التي ستــخرج أولاً من الجهة اليمنى للأنبوب. لن يجد الطفل مشقة في توقع أن الحبة (جـ) هي التي ستظهر أولاً.

٥- مرة ثانية يتم إدخــال السلك من اليسار إلى اليمين فــي الأنبوب بنفس الترتيب السابق، إلا أنه تتم إدارة الأنبوب ١٨٠ درجة حــول مركزه، ثم سؤال الطفل: ما هي أول حبة سوف تظهر من جهة اليمين؟ الإجابة الصحيحة هي (أ)، تليها (ب) ثم (جـ)، إلا أن طفل الرابعة يواجه صعوبة في تحديد ذلك؛ لأن التفكير الانعكاسي لم يتكون عنده بعد.

٦- عندما يقترب الطفل من سن السابعة، فــإن تفكيره يصبح أكثر وضوحًا وتماسكًا، وتصبح لديه القدرة على التنبؤ الصحيح. وفي هذه الحالة، فإننا لو أدرنا الأنبوب مرة ثانية بمقدار ١٨٠ درجة ليعــود إلى وضعه الأصلي، فلن يجد صعوبة في أن يتنبأ على نحو صحيح بأن (جـ) سوف تظهر أولاً تليها (ب) ثم (أ).

ثالثًا: التحويلية (التعدي): Transitivity

ترتبط الخاصية التحويلية للعلاقات بين الأشــياء (التعدي) ارتباطًا وثيقًا بمفهومي الاحــتفــاظ والتفكيــر الانعكاسي. والتعــدي ببــساطة هو شكل من أشكال إيجــاد العلاقات بين الأشياء استنادًا إلى الممارسات الخاصة بالاستدلال المنطقي.

وتأخذ الخاصية التحويلية للعلاقات بين الأشياء إحدى صيغ ثلاث:

الأولى: إذا كانت أ = ب.

ب = جـ.

إذن أ = جـ.

الثانية: إذا كانت أ > ب.

ب > جـ.

إذن أ > جـ.

الثالثة: إذا كانت أ < ب.

ب < جـ.

إذن أ < جـ.

تلك الصيغة نمارسها في حياتنا اليومية مرات عديدة. فنحن نقول: إنه إذا كان أحمد أطول من علي، وعلي أطول من إبراهيم، فإن أحمد عندئذ يكون أطول من إبراهيم. أيضًا، إذا كانت الدرجات التي حصل عليها محمد في الاختبار مساوية لتلك التي حصل عليها شريف، وإذا كانت الدرجات التي حصل عليها شريف مساوية لتلك التي حصل عليها رشدي، فإن درجات محمد عندئذ تكون مساوية لدرجات رشدي.

كما نلاحظ هنا، فإن الأمر يتطلب من الطفل أن يمارس شكلاً من أشكال الاستنتاج reasoning، وذلك من خلال تتبع نمط العلاقة الموجودة بين عناصر الموقف. لا يستطيع الطفل القيام بمثل هذه الممارسات العقلية قبل أن يبلغ مرحلة التفكير العمليّاتي. وما قبل ذلك، فإن الطفل يواجه صعوبة كبيرة في القيام بمثل هذه الممارسات. وتتضمن صفحات الكتاب الحالي العديد من المواقف والمهمات التي يمكن أن تُقدَّم للطفل، والتي يمكن من خلالها التعرف على مدى قدرته على التعامل معها؛ وفقًا للخاصية التحويلية للعلاقات كأحد مؤشرات بلوغه مستوى التفكير العملياتي.

أيضًا، فإن كفاءة الطفل في استخدامه للخاصية التحويلية للعلاقات بين الأشياء (التعدي) تعد مؤشرًا قويًّا نستدل منه على قدرة الطفل على ممارسة القياس (الكمي) measurement كعملية عقلية حقيقية genuine mental process وليس

كعملية روتينية كالتي يقوم بها الأطفال من خلال دروس الرياضيات بالمدارس. وهذا هو ما تتناوله الصفحات التالية.

رابعًا: القياس (الكمي): Measurement

نحن نعرف بصفة عامة أننا عندما نستخدم الكلمة «القياس» فإننا نقصد بها التعبير عن ظاهرة أو شيء ما بشكل كمي quantitative، أي باستخدام أرقام ووحدات قياس معينة. فنحن نقول: إن طول شخص ما هو ١٧٥سم. لقد عبرنا عن الطول برقم معين (١٧٥) وبوحدة قياس معينة (سم). وكذلك نقول: إن مساحة غرفة ما ٢٠م². لقد عبرنا عن المساحة برقم (٢٠) وبوحدة قياس معينة (م²). أيضًا، فإننا نقول: إن درجة الحرارة هي ٣٠ سليزية. لقد عبرنا عن درجة الحرارة هنا برقم (٣٠) وبوحدة قياس (سليزية).

في هذه الأمثلة، فإننا نحتاج إلى أدوات للقيام بعمليات القياس هذه. فقياسات الأطوال والمساحات تتطلب استخدام مساطر، وقياسات درجة الحرارة تتطلب استخدام الترمومتر (المحرار)، وقياسات شدة التيار تتطلب استخدام الأميتر، وقياسات الكتل تتطلب استخدام الميزان... إلخ.

هذا فيما يتصل بالقياس كممارسة تتطلب من الفرد التعبير الكمي عن مقدار ما يتوافر في شيء ما أو ظاهرة ما من خاصية معينة أو سمة ما. فعندما نقول: إن طول الفرد ١٧٥ سم. فإن الطول هنا خاصية أو سمة (أو على الأحرى متغير كما سيرد لاحقًا)، وأن ١٧٥ سم تحدد مقدار ما يتوافر لدى الفرد من هذه الخاصية. فهل هو بذلك طويل؟ أم متوسط؟ أم قصير؟ كذلك عندما نقول: إن درجة الحرارة في مدينة ما هي ٣٠ سليزية. فإننا بذلك نقول: إن مقدار ما يتوافر في هذه المدينة من خاصية معينة (درجة الحرارة) هو ٣٠ سليزية. وهناك بالتأكيد مدن أخرى يتوافر فيها من هذه الخاصية ما هو أكثر (أشد حرارة) أو أقل (أكثر برودة).

ولكن ماذا عن القياس كعملية عقلية ينبغي أن تتوافر لدى الفرد حتى يمكن القول: إنه يمارس تفكيرًا عملياتيًّا؟

الأمر يحتاج منا أن نقدم في البداية تعريفًا لـ «القياس كعملية عقلية». يقصد بـ «القياس» أنه عملية يتم بواسطتها إحلال شيء ما (أداة قياس) محل شيء آخر (الشيء المطلوب إخضاعه للقياس) عددًا من المرات، وذلك في ضوء نظام من الوحدات يقوم الفرد بتشييده.

القياس هنا يتضمن عمليتين منطقتين، هما:

الأولى: هي أن يتم تقسيم الشيء المطلوب إخضاعه للقياس اعتباطيًّا إلى مجموعة من الأقسام أو الأجزاء، لكل منها نفس قيمة الأداة المستخدمة في القياس، وذلك على أساس المعادلة البسيطة أن الكل يساوي مجموع الأجزاء.

الثانية: الإزاحة أو الإحلال displacement، وهي العملية التي بموجبها يقوم الفرد بتحريك أداة القياس على الأجزاء عددًا من المرات يساوي مجموع عدد هذه الأجزاء لتنتج لنا القيمة الكلية.

لنقدم مثالاً واحدًا بسيطًا (حيث صفحات الكتاب بها العديد من المهمات المرتبطة بممارسات القياس كعملية عقلية) يوضح لنا تلك الفكرة. لنفترض أن لدينا غرفة (نحن نعرف، وليس الطفل، أن طولها خمسة أمتار). وطلبنا من الطفل أن يحدد لنا طول هذه الغرفة. المفترض في الطفل هنا أنه سوف يفكر في أمرين:

الأولى: تقسيم هذا الطول عقلياً إلى عدد مفترض من الأجزاء، وذلك بشكل اعتباطي.

الثانية: تحديد أداة ما لتحريكها عددًا من المرات، بحيث يساوي عدد مرات التحريك هذه عدد الأجزاء التي سبق له افتراضها.

عندئذ يقوم الطفل بعملية القياس الفعلي. ما هي إذن الأداة المستخدمة في هذه الحالة؟ قد يستخدم الطفل خطواته، حيث تمثل الخطوة الواحدة وحدة القياس الرئيسة. وبالتالي، فإنه يتحرك منطلقًا من أول الغرفة حتى آخرها عددًا من الخطوات يُشكل مجموعها طول الغرفة. فقد يجد الطفل أن الغرفة طولها، مثلاً، عشر خطوات.

ولكن ماذا يحدث إذا قدمنا للطفل أداة قياس (مسطرة مثلاً طولها متر واحد)، وسألناه عما إذا كانت هذه المسطرة تساعدنا في معرفة طول الغرفة أم لا؟ مطلوب من الطفل عندئذ أن يقوم بتحريك المسطرة عددًا من المرات (خمس مرات) لكي تتم عملية القياس حتى يقرر بعدها أن طول الغرفة يساوي خمسة أمتار؛ لأن المسطرة التي قام بتحريكها خمس مرات طولها متر.

علينا أن نتصور الممارسات العقلية التي تصاحب القيام بمثل هذا النشاط. مثل هذه الممارسات يتعذر على طفل ما قبل مرحلة التفكير العملياتي القيام بها. إننا كما رأينا، وكما يقرر بياجيه، نجد أن القياس هو بمثابة مركب من عمليات تقسيم (اعتباطي) إلى أجزاء، وتحريك أداة معينة على هذه الأجزاء عددًا من المرات يساوي عدد الأجزاء.

وتجدر الإشارة هنا إلى أمر هام، وهو أن عمليات القياس المتصلة بالأشياء (أو الكينونات) المنفصلة (مثل قياس عدد مجموعة من الكرات) تكون أيسر من عمليات قياس أشياء أو مقادير متصلة (كطول جسم أو مساحته). فالأولى لا تتطلب أكثر من القيام بعمليات عد، أما الثانية، فتحتاج إلى أن يقوم الطفل (عقليًّا) بتجزئتها إلى أقسام، ثم اختيار أداة لتحل محل هذه الأقسام عددًا من المرات يساوي عددها. أي أن الشيء المطلوب قياسه في حالة الكل المتواصل يتم تقسيمه إلى وحدات فرعية ليتم تحريك أداة قياس (تعمل كوحدة أساسية) محلها عددًا من المرات.

قد يقول قائل: إن الفرد لكي تتكون لديه القدرة على ممارسة القياس كعملية عقلية عليه أن يقوم بتعلم ذلك الأمر من خلال الرياضيات والعلوم المدرسية. قد يكون ذلك صحيحًا إلى حد ما، ولكن علينا أن نتذكر أن جان بياجيه يرى أن هناك دورًا كبيرًا للخبرات البيئية والتفاعلات الاجتماعية في تحقيق ذلك. ولعل هذا الأمر نجده واضحًا في ممارسات أُناس ربما لم يلتحقوا بمدارس ولكن لديهم القدرة على إجراء القياسات بشكل تتضح فيه هذه العمليات العقلية. ففي الأسواق، مثلاً، قد لا يكون لدى البائع عدد كافٍ من الصنج لاستخدامها في إيجاد كتلة مقدار معين من الفاكهة، وهو يقوم بتعويض ذلك باستخدام كتل من الحجارة تعادل في قيمتها

قيم صنج معينة. أيضًا، فإن المزارع البسيط يستطيع أن يحدد أرضه باستخدام أدوات قياس خاصة به، وهو دقيق في ذلك رغم عدم التحاقه بالتعليم في بعض الأحيان.

على أية حال، فإن صفحات الكتاب تتضمن عددًا من المهمات التي تستهدف تحديد مدى قدرة الطفل على القيام بعمليات قياس تعكس تلك المتطلبات العقلية التي أشرنا إليه.

خامسًا: التخيل و/أو التنبؤ: Imagination and/or Prediction

التخيل هو تصور الحالة التي يكون عليها شيء ما عند تغيير وضعه من حال إلى آخر. وبالمثل أيضًا، فإن التنبؤ هو ما سيكون عليه وضع ما إذا تغيرت شروط معنية أو أحوال معنية. فنحن نتنبأ بما سيكون عليه طول ساق من الحديد إذا ما تم تسخينها.

كما أن خبراء الأرصاد الجوية يقدمون لنا توقعاتهم (تنبؤاتهم) عن الأحوال الجوية، وذلك في ضوء ما لديهم من معلومات تمكنهم من التنبوء.

التخيل والتنبؤ، إذن، قدرتان عقليتان هاماتان لا غنى عنهما لأي فرد يريد أن يمارس أي عملية تفكير حقيقية. ربما كان التنبوء يستند، بدرجة أو بأخرى، إلى قواعد ومبادئ علمية معينة مهما كانت بسيطة، بينما يحتاج التخيل إلى إعمال التصورات الذهنية بدرجة أكبر مما قد يكون مطلوبًا في التنبوء. فإذا ما وضعنا جسمًا ما، وليكن قلمًا رصاصًا، في وضع رأسي بين مصباح ضوئي وحاجز أبيض، ثم قمنا بإضاءة المصباح. يتكون، عندئذ، ظل رأسي أيضًا على الحاجز أو الشاشة، وذلك نتيجة قطع الجسم الأشعة الضوئية وعدم سماحه بمرورها.

الآن تقوم بإطفاء المصباح، ثم تُميل القلم قليلاً، ونطلب من الطفل أن يقوم برسم الظل كما سيبدو على الشاشة لو قمنا بإضاءة المصدر الضوئي. نحن هنا أمام مزيج من التخيل والتنبوء يكونان مطلوبين من الطفل حتى يتمكن من تحديد شكل الظل المتكون على نحو صحيح. فهو في حاجة إلى أن يكون لديه بعض الخبرة (من الحياة اليومية)؛ أن الأجسام عندما تعترض الضوء يتكون لها ظل. كما أنه في حاجة إلى أن يتخيل المسار الذي تسيره الأشعة عند إمالة القلم، ومن ثم توقع شكل الظل المتكون على الشاشة.

الأطفال فيما قبل مرحلة التفكير العملياتي الحسي يخفقون في التعامل مع الموقف؛ حيث يتصورون أن ظل القلم المائل سوف يكون مائلاً. وعندما يدخلون مرحلة العمليات الحسية يدركون أن ظل القلم سوف يكون خطًا رأسيًا قصيرًا إلى حدٍ ما.

لن نستطرد في تقديم مزيد من الأمثلة هنا، ذلك أن الكتاب يتضمن عددًا من المهمات التي تتطلب من الطفل قدرة على التخيل وأو التنبوء حتى يتعامل معها بنجاح، وتكون مؤشرًا على بلوغه المستوى العقلي العملياتي الحسي، وفيما بعد، الشكلي.

سادسًا: التمثيل الذهني (للمحسوسات): Mental Representation

نحن جميعًا، أطفالاً وكبارًا، نتعامل في حياتنا اليومية مع مواقف حسية عديدة. فنحن نضع كئوس الماء أمامنا وبها مياه إلى منتصفها أو ما بعد منتصفها، ونرى زجاجات الزيت وهي شبه ممتلئة، ونمسك بأيدينا أشياء عديدة ذات أشكال مختلفة وأحجام شتى. السؤال هنا: هل هذه المحسوسات التي نتعامل معها قد انطبعت في أذهاننا؟ أي هل تم تمثلها ذهنيًا؟ الإجابة البديهية السريعة هي: نعم، إننا قد تمثلناها ذهنيًا. السؤال الذي يستتبع ذلك: ما هو الدليل على أننا قد تمثلناها ذهنيًا؟ هل نستطيع إعادة تكوين المشهد الحسي (الذي كنا قد رأيناه أو تعاملنا معه) عندما يغيب من أمام أعيننا؟

للإجابة على مثل هذه التساؤلات نشير فقط إلى مثال سيرد ذكره مرة ثانية في الدليل:

١- نطلب من الطفل أن يغمض عينيه أو أن يجلس خلف ستارة.

٢- نقدم له جسمًا (ملعقة مثلاً أو دمية صغيرة)، ثم نطلب منه أن يقلّب الجسم بين يديه جيدًا وهو معصوب العينين (نحن هنا نفترض أن عملية التقليب بين اليدين هذه هي عملية حسية؛ لأنها تستخدم فيها حاسة اللمس، ونفترض أيضًا أن هذا المشهد الحسي قد انتقل إلى المخ؛ بحيث تتكون له صورة ذهنية).

٣- بعد أن يقوم الطفل بعملية التقليب هذه جيدًا نقوم بوضع الجسم (الدمية مثلاً) بين مجموعة أخرى من الدمى المختلفة في الشكل والحجم، ثم نرفع العصابة من على عيني الطفل وتطلب منه أن يخرج الدمية (التي كان قد قلَّبها بين يديه) من الصندوق.

هل يستطيع الطفل عمل ذلك؟

نعم، إذا كان قد كوَّن صورة ذهنية لما يتعامل معه حسيًّا، وهو أمر لا يتحقق قبل بلوغ الطفل مستوى العمليات الحسية. أما في مرحلة ما قبل العمليات، فإنه يعجز عن تحقيق ذلك الأمر.

إن قدرة الطفل على تمثل المشاهد الحسية ذهنيًّا تعد دليلاً -إلى جانب أدلة سبق ذكرها وأخرى سيلي ذكرها- على بلوغ الطفل مستوى التفكير العملياتي.

سابعًا: الأطر المرجعية: Frames of References

يقصد بالإطار المرجعي قدرة الفرد على تحديد موضعه أو موضع شيء آخر في الفراغ، وذلك بالرجوع إلى مواقع إشارية معينة لتعرف مسافته منها وزاويته بالنسبة لها، واتجاهه (يمينًا أو يسارًا أو أمامًا أو خلفًا). عندما يخرج أحد منا من منزله متجهًا إلى مكان يعرف كيف يصل إليه، فإنه يتحرك مسافات ما (إحداها للأمام ثم ينحرف إلى اليمين أو اليسار ثم يسير مسافة لينحرف بعدها في اتجاه آخر يمينًا أو يسارًا) وهكذا حتى يبلغ مبتغاه.

إنه عندما قام بعمل ذلك كانت له مرجعيات إشارية (لنقل إحداثيات) كان يتحرك وفقًا لها إلى اليمين أو اليسار أو الأمام أو الخلف ولمسافات معينة وبزوايا معينة. لنفترض أيضًا أن الفرد أراد أن يعود إلى منزله. في هذه الحالة، فإن كل تحركاته في الإياب سوف تكون عكس كل تحركاته عند الذهاب. إنه هنا يمارس تفكيرًا انعكاسيًّا.

هل يستطيع الطفل في مرحلة ما قبل العمليات القيام بعمل ذلك؟

الإجابة في الـغالب سوف تكون بالنـفي. لماذا؟ لأن الطفل هنا مطلوب منه أن يمارس بعض العمليات العقلية منها:

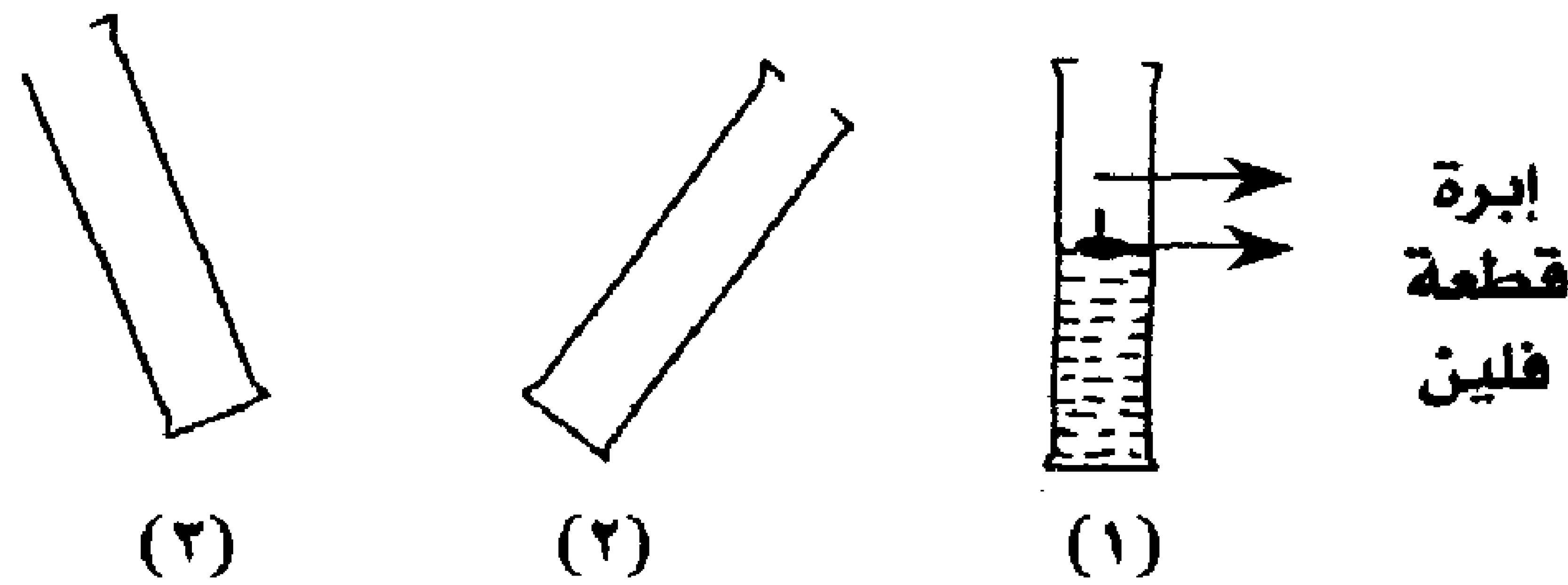
١- التفكير الانعكاسي.

٢- التنسـيق بين الإحـداثيات (المحـاور): أي بين مـا هو أفقي ورأسي، وأمـامي وخلفي، ويمين، ويسار.

العمليـة العقليةالثانـية (التنسيق بين الإحداثيـات) تستحق منا أن نعطيـها بعض الاهتمام.

نتساءل أولاً: هل يدرك الطفل (عقليًّا) معنى ما هو أفقي أو رأسي، أو أمامي، أو خلفي، أو يمنة، أو يسرة؟

للإجابـة عن هذا التسـاؤل، استخـدم بياجـيه وعـاءً أو إناءً زجاجـيًّا (كالمـبيَّن بالشكل) ووضع به ماءً ملونًا حتى منتصفه تقريبًا. ثم وضع الإناء على المنضدة في وضع رأسي(١)، ومن ثم كان الماء الملون في وضع أفقي تمامًا. كما تم وضع قطعة من الفلين مغروس بها إبرة على سطح الماء، فأصبحت الإبرة في وضع رأسي كما هو مبين في (١).



بعد أن يتـأكد الطفل من أن سطح الماء أفـقي تمامًا وكذلك قطـعة الفلين، وأن الإبرة رأسية تمامًا، نطلب منه أن يتنبـأ بما سيكون عليه وضع سطح الماء والإبرة إذا ما قمنا بإمالة الإناء (١) ليصبح في الوضع (٢) أو (٣) (لاحظ أننا لا نقوم بعملية إمالة فعلية، وإنما نقدم له رسمًا كالمبين في (٢)، (٣) ونطلب منه أن يحدد مستوى سطح الماء والإبرة إذا ما قـمنا بإمالة الإناء (١). وعلينا أن نلاحـظ أيضًا أن الطفل

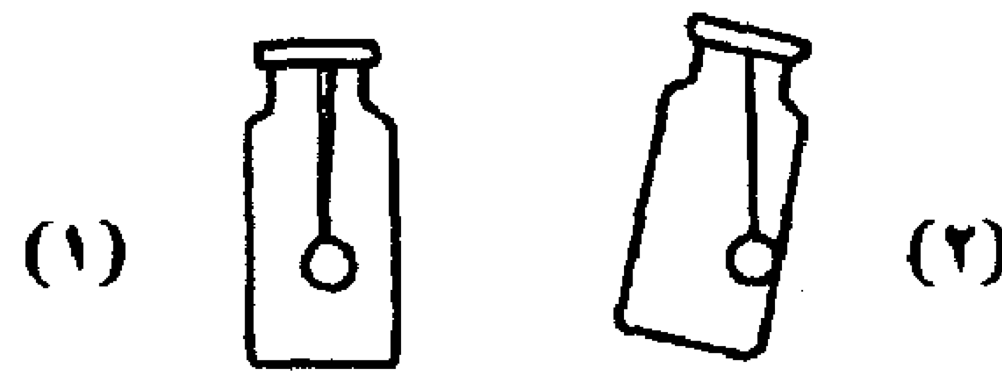
لكي يتعامل مع مثل هذا الموقف بنجاح، فإنه ينبغي أن تكون لديه قدرة على التخيل والتنبؤ والتمثل الذهني (حيث إن هذا المشهد يتعامل معه حسيًّا مرات عديدة في اليوم الواحد).

ما هو المتوقع من الطفل في مثل هذا الموقف؟

تشير الأبحاث إلى أن الطفل في مرحلة ما قبل العمليات لا يستطيع أن يتعامل مع الموقف بنجاح، فهو يتصور أن سطح الماء سوف يكون موازيًا لقاعدة الإناء عند إمالته. أي أن سطح الماء لن يكون أفقيًّا! إن مرجعيّتهم هنا قاعدة القنينة وليس سطح المنضدة.

هذا بالنسبة لتصورات طفل ما قبل التفكير العملياتي لما هو أفقي Horizontal، فماذا عن تصوراته لما هو رأسي Vertical؟

لنعرف هذا التصور نحضر إناء مغلقًا، معلّقًا به خيط في نهايته كرة صغيرة من الرصاص والحديد. ويوضع الإناء في وضع رأسي فيبدو والخيط والكرة في وضع رأسي كما هو مبين في (١) من الشكل أدناه. عندئذ يطلب من الطفل أن يحدد وضع الخيط والكرة إذا ما قمنا بإمالة الإناء (لا نقم بالفعل بإمالة الإناء وإنما نقدم له رسمًا لإناء فارغ مائل (كالمبين في ٢) ثم نطلب منه رسم الخيط والكرة في الوضع الذي يتخيل أنه سيكون. قد نساعد الطفل إذا كان لا يستطيع الرسم في تقديم رسومات جاهزة ليختار من بينها الرسم الصحيح.

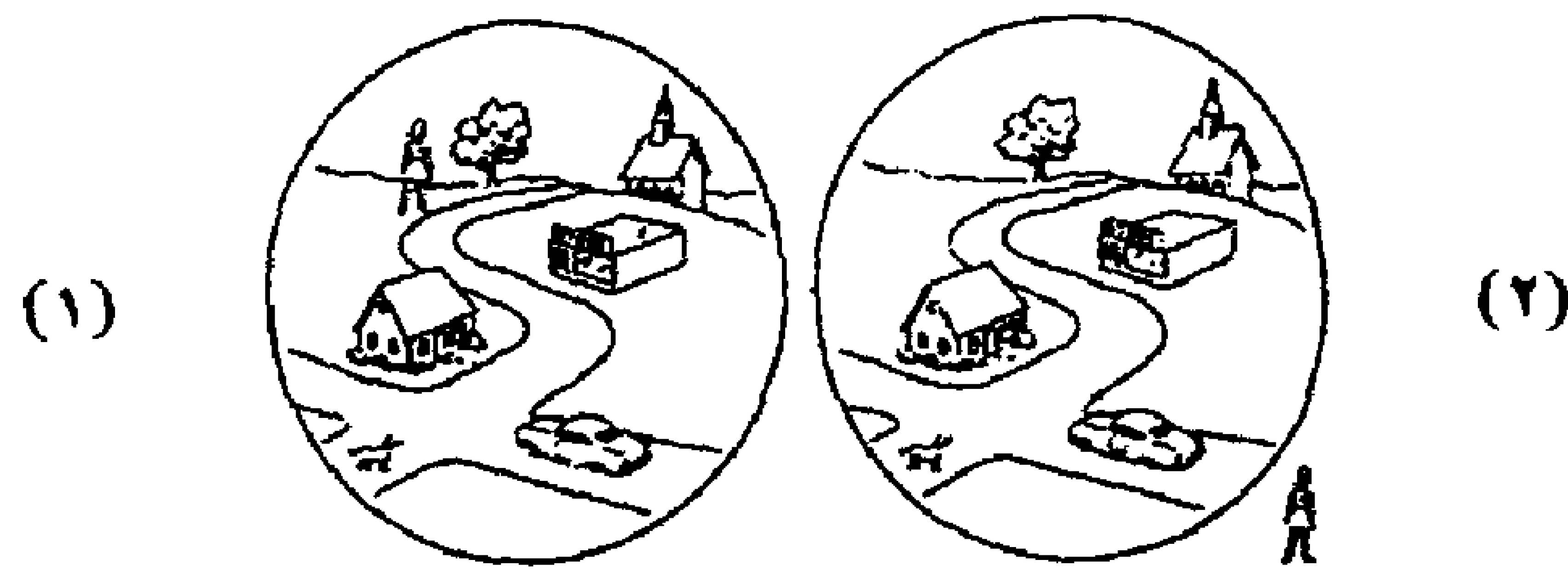


إن أطفال ما قبل مستوى العمليات الحسيَّة سوف يتصورون أن الخيط سيكون مائلاً؛ بحيث يوازي جدران الإناء. فهم لا يتخيلون أن الخيط يظل رأسيًا كما هو، مهما قمنا بإمالة الإناء يمنة أو يسرة.

إذا كنا قد استقصينا الأمر بالنسبة لكل من (أفقي ورأسي) على حدة، فماذا عن قدرة الطفل على التنسيق بين العلاقات (رأسية وأفقية، وأمامية وخلفية، ويمنة ويسرة)؟

لتقصِّي هذا الأمر، فإن بياجيه قد تتبع قدرة الطفل على تشييد خريطة لمكان أو وضع تصور لمواقع الأشياء في نموذج ما. ثم استخدام نموذجين (يفترض أنهما لقرية ما)، وكان النموذجان متطابقين تمامًا في التصميم (كما هو مبين بالشكل) من حيث الطرق والمنازل وغير ذلك.

استخدم بياجيه دمية (موضحة في (١) من الشكل وفي (٢) خارج الشكل) كان يقوم بتحريكها من مكان إلى آخر في (١) من الشكل المبين. أما الدمية الثانية الموجودة في (٢) من الشكل، فكان يطلب من الطفل أن يقوم بوضعها في نفس المكان الذي توجد به نظيرتها في (١) من الشكل. بعد ذلك يقوم بتحريك الدمية من موضعها في النموذج الأيسر إلى مكان آخر داخل النموذج، ثم يطلب من الطفل أن يضع الدمية التي معه داخل النموذج الأيمن؛ بحيث تكون مناظِرة لوضع الدمية في النموذج الأيسر.

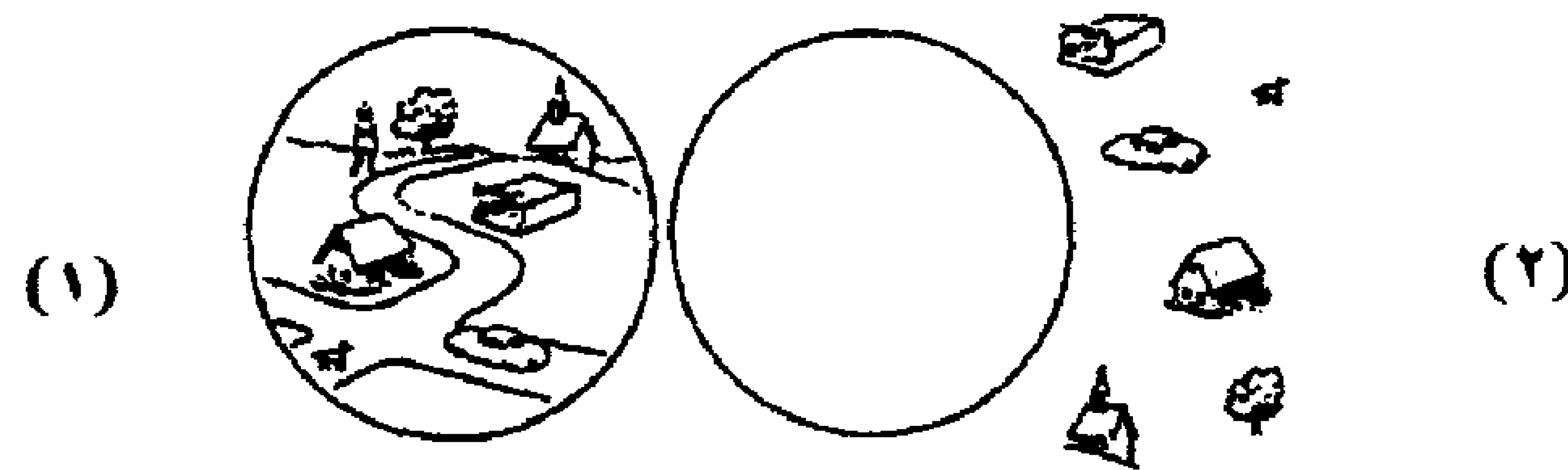


بعد أن كرر ذلك عدة مرات انتقل إلى وضع أكثر صعوبة، حيث قام بإدارة النموذج الأيمن (الخاص بالطفل) مائة وثمانين درجة. وقام بتكرار التجربة، أي بوضع الدمية في النموذج الأيسر في مكان، ثم يطلب من الطفل أن يضع الدمية في النموذج الخاص به (الأيمن) في نفس المكان. لاحظ هنا أن الوضع أصبح أكثر صعوبة، حيث النموذج الأيمن قد أُدير مائة وثمانين درجة، وبالتالي فإن وضع الدمية في المكان يحتاج إلى تحديد علامات مرجعية معينة مماثلة لتلك الموجودة في

النموذج الأيسر مع الأخذ في الحسبان أن وضع النموذجين قد أصبح متعاكسًا. هنا أيضًا تظهر أهمية التفكير الانعكاسي، بالإضافة إلى المقدرة على التنسيق بين ما هو يمين ويسار، وما هو أمام وخلف. بمعنى آخر، فإن الوضع المنظوري للنموذج الأيمن قد أصبح مختلفًا عن الوضع المنظوري للنموذج الأيسر.

قام بياجيه بتكرار تغيير وضع الدمية فى النموذج الأيسر مع سؤال الطفل أن يضع الدمية التي معه في النموذج الخاص به في نفس المكان المناظر لها في النموذج الأيسر، واستمر يقوم بذلك التغيير خمس عشرة مرة، حيث وجد في النهاية أن طفل السابعة (في بداية مرحلة التفكير العملياتي الحسي) يستطيع التعامل مع الموقف بنجاح.

في مهمة ثانية، تم استقصاء قدرة الطفل على تشييد نسق بأكمله. ففي المهمة الأولى كان التركيز منصبًا على معرفة مدى قدرة الطفل على وضع الدمية في المكان الصحيح في النموذج الخاص به، سواء كان النموذج مناظرًا للنموذج الآخر أم في الاتجاه المعاكس له. أما هنا، فإن المهمة قد اقتضت أن يكون النموذج الأيسر مشيدًا بشكل كامل، بينما خارج النموذج الأيمن توجد عناصر مماثلة للعناصر المتضمنة في النموذج الأيسر. مطلوب من الطفل أن يقوم بمحاكاة النموذج الأيسر، أي يضع العناصر الخاصة بالنموذج الأيمن داخل النموذج الأيمن؛ بحيث يكون النموذجان متطابقين.



أظهرت النتائج أن قدرة الأطفال على التعامل بنجاح تام مع هذا الموقف، من حيث مراعاة العلاقات الهندسية والحفاظ على المسافات. . . هذه القدرة لا تكتمل قبل سن التاسعة أو العاشرة.

ثامنًا: التفكير المنظم باستخدام المغيرات: Variables

فلنبدأ بتحديد المقصود بـ«المتغير». المتغير -كما يستدل من الكلمة نفسها- هو مفهوم له قيمتان أو أكثر. وهذا يعني أن أي شيء أو خاصية فيزيقية أو سمة عقلية أو ظاهرة اجتماعية أو اقتصادية أو تعليمية أو سياسية... إلخ -لها قيمتان أو أكثر تُسمى «متغير».

ولنأخذ عددًا من الأمثلة لتوضيح معنى المصطلح. إن نوع الجنس متغير، ذلك أنه يصنف إلى ذكور وإناث (قيمتين). اللون متغير، ذلك أنه يمكن تصنيف الألوان إلى أحمر وأصفر وبرتقالي وأبيض وأزرق وأسود... الطول متغير أيضًا، ذلك أنه يمكن وصف فرد ما على أساس طوله، فهذا طوله ١٧٠سم وآخر ١٥٠سم وثالث ١٩٥سم. وللتيسير، فإننا نقول: إننا نصنف الناس على أساس الطول إلى: طوال القامة -متوسطي القامة -قصار القامة.

هناك أيضًا الحالة الاقتصادية، فهي متغيرة، حيث يمكن تصنيف الناس على أساس دخولهم، إما باستخدام الأرقام أو بتصنيفهم في فئات: ذوي دخول مرتفعة -ذوي دخول متوسطة- ذوي دخول محدودة. التحصيل الدراسي متغير، حيث يمكن تصنيف الطلاب على أساس تحصيلهم، إما وفقًا للدرجات وإما بتصنيفهم في فئات: ذوي تحصيل مرتفع -ذوي تحصيل متوسط- ذوي تحصيل منخفض.

وعلى مستوى الظواهر الطبيعية، هناك متغيرات عديدة، فـ«درجة الحرارة» متغير، حيث يمكن لها أن تأخذ قيمًا متعددة، يتم على أساسها تصنيف حالة الطقس إلى: بارد -معتدل- حار. أيضًا فإن «التوصيلية الكهربائية» متغير، حيث يمكن تصنيف المواد من حيث قدرتها على التوصيل الكهربائي إلى: جيدة التوصيل -رديئة التوصيل- عازلة.

يمكننا أن نمضي في سرد عدد لا محدود من الأمثلة لمتغيرات عديدة في مختلف المجالات والظواهر والأحداث. لكن السؤال الأساسي الآن: لماذا نعطي المتغيرات كل هذا الاهتمام؟

تتلخص الإجابة على مثل هذا التساؤل في أن أي ظاهرة (أو حدث أو موقف) يؤثر فيها عدد من المتغيرات (يطلق عليها أحيانًا «عوامل» Factors) فلنأخذ، مثلاً، ظاهرة مثل «التحصيل الدراسي». هذه الظاهرة يؤثر فيها عدد كبير من المتغيرات (العوامل)، منها: مستوى ذكاء الطالب -الحالة التعليمية للأبوين- المستوى الاقتصادي للأسرة -عدد أفراد الأسرة- درجة الدافعية للتعليم... إلخ. وهكذا الحال في العديد من الظواهر المختلفة في كافة المجالات.

في المثال الموضح أعلاه، فإن «التحصيل الدراسي» هو نتيجة لتأثير مجموعة من المتغيرات، منفردة ومتداخلة، أدت في النهاية إلى ارتفاع التحصيل أو انخفاضه أو بقائه عند مستوى معين. هذه النتيجة (أي التغير الحادث في التحصيل نتيجة تأثير متغيرات معينة) نطلق عليها «المتغير التابع» dependent variable، وأي متغير من المتغيرات التي يحتمل أن تكون قد أثرت في «المتغير التابع» يطلق عليه «المتغير المستقل» independent variable.

في ضوء ذلك، فإن أي ظاهرة أو نتيجة معينة (متغير تابع) هي نتاج تأثير مجموعة من المتغيرات الأخرى المستقلة، بشكل منفرد أو متداخل، المشكلة هنا هو أننا عادة لا نكون متأكدين تمامًا من أن كل هذه المتغيرات مؤثرة في المتغير التابع. ربما نكون متأكدين، ولكننا لا نعرف مقدار تأثير كل متغير منها على المتغير التابع. أيضًا فإن متغيِّرَيْن أو أكثر من هذه المتغيرات يمكن أن يكون لها تأثير متداخل مشترك على الظاهرة أو المتغير التابع.

نحن، إذن، أمام أكثر من إشكالية:

١- التحديد المبدئي للمتغيرات المستقلة المحتمل أن تكون مؤثرة في الظاهرة (المتغير التابع).

٢- اعتماد طريقة للتفكير المنظم Systematic thinking لدراسة أثر كل متغير من هذه المتغيرات المستقلة على المتغير التابع.

٣- إعداد تصور لطريقة منظمة systematic method في العمل نتمكن بموجبها من التأكد من صحة ما قادنا إليه التفكير.

٤- القيام بعمل تجريبي empirical action (تجريبي أو ميداني experimental or field)، أو عمل عقلي mental action لنقرر في النهاية أي المتغيرات المستقلة (التي كنا قد افترضنا أنها مؤثرة) تؤثر في المتغير التابع وكيف تؤثر، وأيها لا يؤثر.

٥- الوصول إلى نتيجة نطمئن إليها بخصوص المتغيرات المستقلة المؤثرة على متغير تابع ما.

قد يتساءل سائل: هل المطلوب منا أن نمارس هذا التفكير المنظم باستخدام المتغيرات فيما نواجهه من مواقف وأحداث في حياتنا اليومية أم أن الأمر قاصر على المدرسة فقط؟

قبل الإجابة عن هذا التساؤل، نرجو من القارئ أن يراجع ما أوردناه في الصفحات السابقة، خصوصًا في النقاط من ١ إلى ٥، وأن يتأمل هذا الأسلوب في التفكير، وأن يضع تصورًا عن الشخصية التي يمكن أن تمارس مثل هذا النوع من التفكير في حياتها اليومية والعملية والمهنية. لا شك أن مثل هذه الشخصية التي تمارس مثل هذا النوع من التفكير لابد وأنها تتمتع بقدرات عقلية متميزة. ألا يمكن أن نحلم بأن يكون أبناؤنا على مثل هذا المستوى من التفكير المنظم؟!

الإجابة هي: «نعم» بالتأكيد.

الأمر يحتاج منا، إذن، أن نعد مواقف في المدرسة وفي خارج المدرسة يتمكن معها الطفل من ممارسة مثل هذا النوع من التفكير المنظم باستخدام المتغيرات. المواقف لن تكون شاقة، وإنما مبسطة. وكل ما يحتاجه الطفل هو أن يكتسب طريقة منظمة في التفكير عند التعامل مع هذه المواقف.

سوف نعرض مثالاً شائعًا من أحد دروس العلوم (الفيزياء) يمكن أن يكتسب فيه المتعلم مثل هذا الأسلوب المنظم في التفكير، ولكن للأسف فإننا لا نلقي بالاً، كمعلمين، لذلك.

في درس عن المقاومة الكهربية للموصِّلات (المقاومة الكهربية لموصل هي، ببساطة، مقدار ممانعة الموصل لمرور التيار الكهربي. السؤال الآن: ما الذي يجعل موصلاً ما أكثر مقاومة (أي ممانعة لمرور التيار الكهربي) من موصل لآخر؟ ليتأمل

المعلم مع طلابه هذا التساؤل وليحاولوا أن يتوصلوا إلى أفكار مبدئية (كل منها ستمثل متغيرًا مستقلاً محتملاً فيما بعد) عن المتغيرات (أو العوامل) التي يحتمل أن تؤثر في مقاومة موصل ما (متغير تابع). قام المعلم مع طلابه بتحديد مبدئي لعدد من المتغيرات المستقلة المحتملة، وهي:

١- طول الموصل.

٢- مساحة مقطع الموصل (تعتمد على قطره، إن كان صغيرًا أم كبيرًا).

٣- نوع مادة الموصل.

٤- درجة حرارة الموصل.

عند هذا الحد، نحن في حاجة إلى أن نمارس نوعًا من التفكير المنظم لتحديد أثر كل متغير من هذه المتغيرات على المتغير التابع. قبل أن نتعرف على الكيفية التي سنمارس بها تفكيرًا منظمًا للتعامل مع الموقف دعونا نتعرف على طرق خاطئة في التفكير عند التعامل مع الموقف.

١- فمثلاً، لو قمنا بإحضار ساقين من النحاس، طول إحداهما ضعف طول الأخرى، بينما سُمك الثانية نصف سمك الأولى، كما هو مبين بالشكل.

(١)

(٢)

ثم قمنا بإيجاد مقاومة كل من الساقين فوجد أن مقاومة الساق الطويلة (١) أكبر من مقاومة الساق الصغيرة (٢) وهنا نتساءل: هل زيادة مقاومة الساق الأولى(١) عن مقاومة الساق الثانية (٢) راجعة إلى زيادة طول (١) عن (٢) أم إلى نقص مساحة مقعطها (سمكها) مقارنة بمساحة مقطع (٢)؟

أليس الموقف مُربِكًا ويعبر عن طريقة تفكير خاطئة؟ لماذا؟ لأننا قمنا في وقت واحد بتغيير قيم متغيِّرَيْن (الطول ومساحة المقطع) ودراسة أثرهما معًا على المتغير التابع، فلم نعرف أي المتغيرين هو الذى أدي إلى أن تصبح مقاومة (١) أكبر من مقاومة (٢). طريقة خاطئة في التفكير.

نحاس

حديد

٢- وبالمثل، لو قمنا بإحضار ساقين؛ إحداهما من النحاس والأخرى من الحديد، وكان طول ساق النحاس ضعف طول ساق الحديد، ثم أوجدنا قيمة مقاومة كل منهما، فاتضح أن ساق الحديد أكبر مقاومة من ساق النحاس. وهنا نتساءل: هل زيادة مقاومة الحديد عن النحاس راجعة إلى أن الحديد بطبيعته أكثر مقاومة من النحاس أم إلى أن ساق الحديد أقصر من ساق النحاس؟ نحن هنا لا ندري أي المتغيرين المستقلين (نوع المادة أو الطول) هو الذي أدى إلى زيادة مقاومة إحدى المادتين عن الأخرى.

إنها طريقة خاطئة في التفكير؛ لأنها تعبر عن تفكير غير منظم.

إذن، كيف نتعامل مع هذا الموقف بأسلوب تفكيري منظم؟

الأمر يتطلب منا بعد أن حددنا جميع المتغيرات المستقلة التي يحتمل أن يكون لها تأثير على المتغير التابع (مقاومة الموصلات)- اتباع خطوات منظمة تتمثل فيما يلي:

(١)

(٢)

١- إحضار ساقين سمكهما واحد ومن مادة واحدة (وهذا أمر طبيعي بحكم أن التجربة سوف تجري في نفس المختبر)، ولكن طول إحدى الساقين (٢) يكون ضعف طول الأخرى (١).

لاحظ هنا أن المتغير الوحيد الذي يختبر تأثيره على المتغير التابع (المقاومة) هو الطول، أما باقي المتغيرات فتأثيرها على المتغير التابع يكون واحدًا؛ حيث إن سُمك الساقين واحد ونوع المادة واحد، ودرجة الحرارة هي نفسها.

عندئذ نقوم (معمليًّا) بإيجاد مقاومة كل من الساقين، فنجد أن مقاومة الساق (٢) هي ضعف مقاومة (١) (لاحظ أيضًا) أن طول (٢) يساوي ضعف طول (١).

ماذا نستنتج في هذه الحالة؟ الاستنتاج واضح ومحدد: كلما زاد طول الموصل زادت مقاومته. أو بمعنى أكثر دقة: مقاومة الموصل تتناسب تناسبًا طرديًّا مع طوله.

التناسب الطردي هنا يعني أن مقاومة الموصل تتضاعف كلما تضاعف الطول. ونعبر عن ذلك رمزيًّا بأن: م α ل (حيث م المقاومة، ل الطول).

٢- في الخطوة الثانية، أو بالأحرى في التجربة الثانية نقوم بإحضار موصِّلين من مادة واحدة وطولهما واحد، ولكن مساحة مقطع أحدهما ضعف مساحة مقطع الآخر.

بطبيعة الحال، فإن درجة الحرارة تكون واحدة؛ لأن التجربة تجري في المختبر.

لاحظ أننا هنا قمنا بتثبيت أثر كل المتغيرات ماعدا متغيراً واحدًا فقط (مساحة المقطع) حيث مساحة مقطع إحدى الساقين ضعف مساحة مقطع الأخرى.

نقوم بإجراء التجربة فنجد أن مقاومة الموصل الأقل سُمكًا تكون كبيرة، ومقاومة الموصل الأكبر سُمكًا تكون صغيرة.

ماذا نستنتج: الاستنتاج واضح ومحدد، وهو أنه عند تثبيت أثر جميع المتغيرات الأخرى، فإن مقاومة الموصل تزداد كلما قلَّت مساحة المقطع، وتقل كلما زادت مساحة المقطع. إننا هنا قد تأكدنا من خلال طريقة تفكير وعمل منظمين من هذه العلاقة التي نعبر عنها بقولنا: مقاومة موصل تتناسب عكسيًّا مع مساحة مقطعة.

ملاحظة: مساحة مقطع الموصل (س) = القيمة التقريبية (ط) × مربع نصف القطر (نق)^{٢}.

أي س = ٣,١٤ × نق^{٢}.

ومن الناحية الرمزية، فإننا نقول: إن م α $\frac{١}{س}$.

(عليك عزيزي القارئ أن تلاحظ كيف يتم التعبير عن كل من علاقتي التناسب الطردي والتناسب العكسي).

٣- التجربة الثالثة، نكرر ما سبق، ولكن مع تثبيت طول كل من الموصِّلين ومساحة مقطيعهما (وبالطبع درجة الحرارة). ما سنقوم بتغييره هنا لدراسة أثره على

المقـاومة هو نوع مـادة الموصِّل، فليكـن أحد الموصلين مـن النحاس والآخـر من الألومنيـوم. نُوجـد مقـاومة لـكل من الموصِّلين سـوف نجدها مـخـتلفة. سـبب الاختلاف هنا هو أن نوع ماديتهما مختلفة. الاستنتاج واضح ومحدد.

٤- في التجربة الأخيـرة، يتم استخدام ساق واحدة فقط (أي أننا قـمنا بتثبيت أثر كل من الطول ومـساحة المـقطع ونوع المادة، توجد مـقاومة الموصـل في درجة حرارة الغرفة، ثم نقوم بتسخـين الموصل (الساق) إلى درجة حرارة معينة، ومن ثم إيجاد مقاومته. سوف نجد أن مقاومة الموصِّل تزداد بازدياد درجة الحرارة.

رغم أننا قد استطردنا في عرض هذا المثال، إلا أننا أردنا توضيح قيمة أن يكون الإنسان منا منظمًا في الطريقة التي يفكر بها، وذلك باستخدام المتغيرات، على أمل أن تقوم بتعـميم هذا الشكل من أشكال التفكيـر على تعاملاتنا المتعـددة في حياتنا اليومية. علينا أن نتخيل ما سـيكون عليه الوضع لو أن معلم الفيزياء قد أنفق جزءًا من وقتـه في عرض مـثل هذا المثال حتى يـكتسب الطلاب مثل هذه الـطريقة في التفكير المنظم.

لكن ماذا عـن الأطفال في المرحلة الابتـدائية الذين أوضحنا فـي الفصل الأول أنهم يمكنهم أن يقوموا بإجـراء تجارب شريطـة أن يكـون عدد المتغيرات محدودًا أو أن يكون الموقف حـسيًّا؟ هل يمكـن أن تكون هناك أنشطة مناسبـة لهم؟ بالتأكـيد يوجد العديد من الأنشطة الملائمة، من بينها النشاط الشهير بإنبات حبة الفول.

فلنتساءل معًا: ما هي المتغيرات (أو لِنَقُل العوامل) التي من شأنها أن تؤدي إلى إسراع أو إبطاء عملية نمو حبة الفول؟ فـلنفكر معًا وليفكر معنا الطفل في مثل هذه العوامل، ولنمـارس التفكير المنظم والتجـريب المبسط بالكيفيـة التي أوضحناها في الصفحات السابقة. الأمر لا يحتاج إلى تقديم تفصيلات هنا.

نشاط آخر، ماذا لو سألنا الطفل عن تجـفيف الملابس وعن المتغيرات (العوامل) التي من شـأنها أن تؤدي إلى سـرعة (أو بطء) التـجفـيف؟ درجة حـرارة الجو؟ الرياح؟ نوع الأقمشة؟ . . . إلخ. هل يمكننا بعد تحديد عـدد من المتغيرات المستقلة المحتملـة أن نمارس التعامل معـها بنفس الكيفيـة المنظمة التي أوردناها هنا؟ أي أن

نقوم بتثبيت جميع المتغيرات المستقلة المحتملة ماعدا واحدًا فقط؛ لنرى أثره على سرعة التجفيف، ثم نكرر الموقف مع تدوير المتغيرات.

السؤال الرئيس المهم والأخير في هذا الجزء هو: ماذا يعني أن يفكر الفرد منا بطريقة منظمة باستخدام المتغيرات؟ بمعنى آخر: ما هي المترتبات Consequences الناجمة عن استخدام مثل هذا الأسلوب المنظم في التفكير؟

لكي نجيب على مثل هذا التساؤل، فإن مفهوم «العلاقات السببية» Causal Relationships يبرز على الفور. إن أي فرد منا يعنيه، بدرجة أو بأخرى، معرفة أسباب حدوث ظواهر معينة أو بروز مشكلات معينة. أي أننا نهتم بتتبع العلاقات السببية باعتبارها موجهات لا غنى عنها للتعمق في دراسة الظواهر بمختلف أشكالها في كل المجالات وفي تفسيرها وفي توظيفها. كل هذا لا يتأتى إلا إذا كانت استدلالاتنا عن العلاقات بين الظواهر (المتغيرات المستقلة والمتغيرات التابعة) صحيحة. فالاستدلالات الصحيحة تمكننا من تقديم تفسيرات صحيحة ومقبولة، ومن التنبؤ بأحداث (علمية) مستقبلية بشكل سليم، ومن تطبيق المعرفة التي توصلنا إليها بشكل ملائم.

ولمعرفة الفرق بين الاستدلالات الصحيحة والاستدلالات الخاطئة، ليس على القارئ إلا العودة إلى الصفحات السابقة لإدراك المترتبات التي يمكن أن تنجم عن اتباعنا طريقة تفكير خاطئ، كتلك التي أوردنا أمثلة لها والمترتبات الحادثة نتيجة استخدام طريقة تفكير منظم عند التعامل مع الموقف.

يبقى فقط أن نشير إلى أنه من الضروري توفير أنشطة وتقديم خبرات للطفل في البيئة وفي المدرسة، وطرح تساؤلات مدروسة من شأنها جميعًا أن تسهم في تنمية قدرة الطفل على التفكير بشكل منظم باستخدام المتغيرات.

تاسعًا: التفكير الاستقرائي والتفكير الاستنباطي:

Inductive and Deductive Thinking

تناولنا في الفصل السابق عمليتي الاستقراء والاستنباط بشيء من التوضيح، وهو ما يجعلنا في غير حاجة إلى إعادة تناولهما. نريد فقط أن نشير هنا إلى أن

كلاً من التفكير الاستقرائي والاستنباطي مطلوبان، بدرجة أو بأخرى، في ممارسة العلميات العقلية الخاصة بالمفكرين العملياتيين على المستويين الحسي والشكلي. وهو ما سيتضح لنا جليًا على امتداد صفحات الكتاب.

خاتمة:

قدمنا في الصفحات السابقة عرضًا لأهم المفاهيم والعمليات التي أطلقنا عليها المفاهيم والعلميات المتخللة، والتي يحتاجها المفكر العملياتي في كل مراحل تعامله مع المفاهيم العلمية والرياضية التي تشكل أساس بنيته العقلية، وإن اختلفت درجة الاحتياج من مفهوم إلى آخر.

في ضوء ما تم عرضه في الصفحات السابقة، وما تم عرضه في الفصل الثاني، بالإضافة إلى ما سيتم تناوله على امتداد باقي صفحات الكتاب؛ فإن علينا أن نتصور الحالة العقلية المتميزة التي يمكن أن يكون عليها طفل ما إذا كانت لديه سمات وقدرات على النحو التالي:

١- قدرة على الاستبطان، أي تحليل عمليات التفكير التي يمارسها عند محاولته حل مشكلة ما.

٢- وضوح في التفكير، بحيث يعي عقليًا معاني الكلمات والمصطلحات التي يستخدمها.

٣- اهتمام بما يقوله الآخرون وما يفكرون فيه.

٤- استخدام سليم ودقيق للروابط والوصلات المنطقية، بحيث تبدو العلاقات السببية واضحة.

٥- قدرة على ممارسة عمليتي الاستقرار والاستنباط بشكل صحيح.

٦- قدرة على ممارسة التفكير الاحتفاظي.

٧- قدرة على ممارسة التفكير الانعكاسي أو المقلوبي.

٨- قدرة على التعامل بكفاءة مع المواقف التي تحتاج إلى مفهوم التحويلية أو التعدي.

٩- قدرة على التخيل والتنبؤ في المواقف التي تحتاج إلى ذلك.

١٠- تمثل ذهني واضح ومحدد ودقيق للمشاهد الحسية المختلفة.

١١- فهم للقياس (الكمي) كعملية عقلية ومنطقية، وليس فقط مجرد استخدام لأدوات قياس بشكل روتيني.

١٢- قدرة على تحديد موضعه وموضع الأشياء الأخرى في ضوء أطر مرجعية.

١٣- قدرة على ممارسة التفكير المنظم باستخدام المتغيرات (المستقلة والتابعة).

لو تخيلنا أن طفلاً ما لديه هذه السمات والقدرات العقلية، بالإضافة إلى أخرى سيرد ذكرها، فكيف ستكون الحالة التي عليها حياته العقلية؟ لابد أنها تتسم، عندئذ، بالثراء والخصوبة، وهو أمر يجعل من الضروري أن نخصص قدرًا مناسبًا من وقتنا وجهدنا لإعداد المواقف والتخطيط لأنشطة مدروسة تمكن الطفل من أن يكتسب مثل هذه السمات والقدرات وغيرها.

***

القسم الثالث

مفاهيم تنمو خلال
مرحلة العمليات الحسية

على الصفحات التالية نجد عرضًا لمفاهيم تُكتسب خلال مرحلة العمليات الحسية، ويصحب عملية العرض هذه مهمات يمكن لأي فرد أن يستخدمها لكي يحدد درجة اكتساب الطفل للمفهوم موضع الاهتمام، وهنا ينبغي أن نوضح أن المهمة ليست اختبارًا تحصيليًّا نتعرف من خلاله على مدى تذكر الطفل أو استيعابه لمعلومة ما، وإنما هو نشاط مُعدٌّ سلفًا يتم عرضه أمام الطفل لكي نتعرف على كيفية تعامل الطفل مع محتوياته واستجابته له وتفسيره لاستجابته.

وفي هذا الصدد نود أن نشير إلى عدة أمور:

الأول: أن أي مفهوم من المفاهيم التي سيتم تناولها ليس كينونة فردية، وإنما هو مركب يشتمل على عدة مفاهيم فرعية، تشكل في مجموعها المفهوم الأكبر. أيضًا، فإن مجمل استجابات الطفل وتفسيراته بخصوص المهمات الخاصة بالمفاهيم المعروضة في هذا القسم تحدد مدى بلوغ الطفل مرحلة العمليات الحسية أو عدم بلوغه إياها.

الثاني: أنه بالنسبة للمفهوم الواحد، قد يحدث أن نجد أن استجابة الطفل لبعض المهمات الخاصة ببعض المفاهيم الفرعية وتفسيراته لها -أفضل من استجاباته وتفسيراته لمهمات خاصة بمفاهيم فرعية أخرى. وهذا يعني أن بعض المفاهيم الفرعية قد تنمو لدى الطفل بشكل أسرع من نمو مفاهيم فرعية، أكثر من ذلك أن استجابة الطفل على مهمة خاصة بمفهوم فرعي قد تكون أفضل من استجابته على مهمة أخرى خاصة أيضًا بنفس المفهوم الفرعي. وهذا يعني أن استجابة الطفل تتوقف، بدرجة أو بأخرى، على طبيعة العناصر التي تتضمنها المهمة وعلى درجة تعقد الموقف وتشابك هذه العناصر مع بعضها، بمعنى آخر، فإن الأمر يحتاج منا إلى بعض المرونة عند التعامل مع استجابات الطفل وتفسيراته للموقف؛ وذلك لأن العناصر المتضمنة في الموقف لها دور فقد تكون، مثلاً، غير مألوفة للطفل.

الثالث: استكمالاً للنقطة السابقة، ينبغي أن نشير إلى أن مفاهيم معينة قد تنمو بدرجة أسرع من المفاهيم الأخرى. فإذا كان بياجيه قد قدَّر أن مرحلة العمليات

الحسية تبدأ في سن السابعة وتستمر حتى الحادية عشرة أو الثانية عشرة، فإن هناك بعض المفاهيم تتكون لدى الطفل مع بدايات دخول مرحلة العمليات الحسية وأخرى في منتصفها، وبعض ثالث لا يتكون إلا في آخرها. وكذلك الأمر مع المفاهيم الفرعية الخاصة بكل مفهوم رئيس. وأكثر من ذلك أن بعض المفاهيم الفرعية يتأخر اكتسابها حتى يبدأ الطفل في الدخول إلى مرحلة العمليات الشكلية.

الرابع: أن المهمات المعروضة في الصفحات التالية ليست اختبارات بأي حال من الأحوال، وعلى القائم بتطبيقها أن يؤكد ذلك للطفل ويوضح له أنها مجرد أنشطة، كما أن عملية التطبيق ينبغي أن تتم بشكل فردي، وبعد تكوين جو من الألفة مع الطفل يبتعد تمامًا عن الصبغة الرسمية في التعامل.

الخامس: بعد أن ينتهي القائم بالتطبيق من تقديم المهمات الخاصة بمفهوم ما للطفل -ليس هناك بأس من أن يعيد عرض المهمات أمام الطفل؛ كنشاط وكخبرة واقعية يمكنها أن تسهم في النمو العقلي للطفل. فكما سبق أن أوضحنا في الفصل الأول، فإن للخبرة الواقعية الطبيعية دورًا مهمًا في التنمية العقلية للطفل.

السادس: أنه من الخطأ أن نتصور أن عملية تكون مفهوم ما لدى الطفل تبدأ في مرحلة العمليات الحسية، وإنما هي تبدأ من مرحلة ما قبل العمليات، ولكن يكتمل النمو في مرحلة العمليات الحسية. وهذا يعني أنه بالنسبة لأي مفهوم من المفاهيم المعروضة، فإن عملية تطورها تبدأ مبكرًا لدى الطفل، إلا أن تعامله معه يغلب عليه هيمنة الانطباعات الحسية وليس الأداءات الفعلية. وهنا ينبغي أن ننتبه، كآباء ومربين، إلى أنه من الضروري تقديم الأنشطة والخبرات الخاصة بكل مفهوم من المفاهيم في مراحل مبكرة من حياة الطفل، حتى يتمكن من اكتساب المفهوم إجرائيًا في توقيت مناسب. بمعنى آخر، لا ينبغي علينا أن نتصور أنه ليست هناك ضرورة لتقديم الأنشطة والخبرات الخاصة بمفاهيم مرحلة العمليات الحسية... ليست هناك ضرورة لتقديمها في مراحل مبكرة من حياة الطفل. هذا خطأ، فينبغي علينا أن نبدأ مع الطفل مبكرًا حتى يكتسب هذه المفاهيم في توقيت مناسب.

السابع: أن المهـمات المعـروضة في هذا الدليـل تمثل ذخيـرة من الأنشطة يمكن للآباء والمربين أن يستـخدموها كـخبرات تُقـدَّم للطفل في مراحل حـياته المبكرة؛ وذلك لإثراء حيـاته العقلية، خـصوصًا وأن مـتطلبات تنفـيذ هذه المهمـات بسيطة وليست في حاجة إلى تكلفة أو إلى مواد يصعب إحضارها.

والمفاهيم التي سيتم تناولها في الصفحـات التالية تشمل: التصنيف، التسلسل، العـدد، الحيز الطـوبولوجي، الهندسة الإقليـدية، الهندسـة الإسقاطيـة، الأطوال والمسافات، المساحات والحجوم، الزمن والحركة، المادة والوزن والكثافة.

***

الفصل الرابع

التصـــــنيف

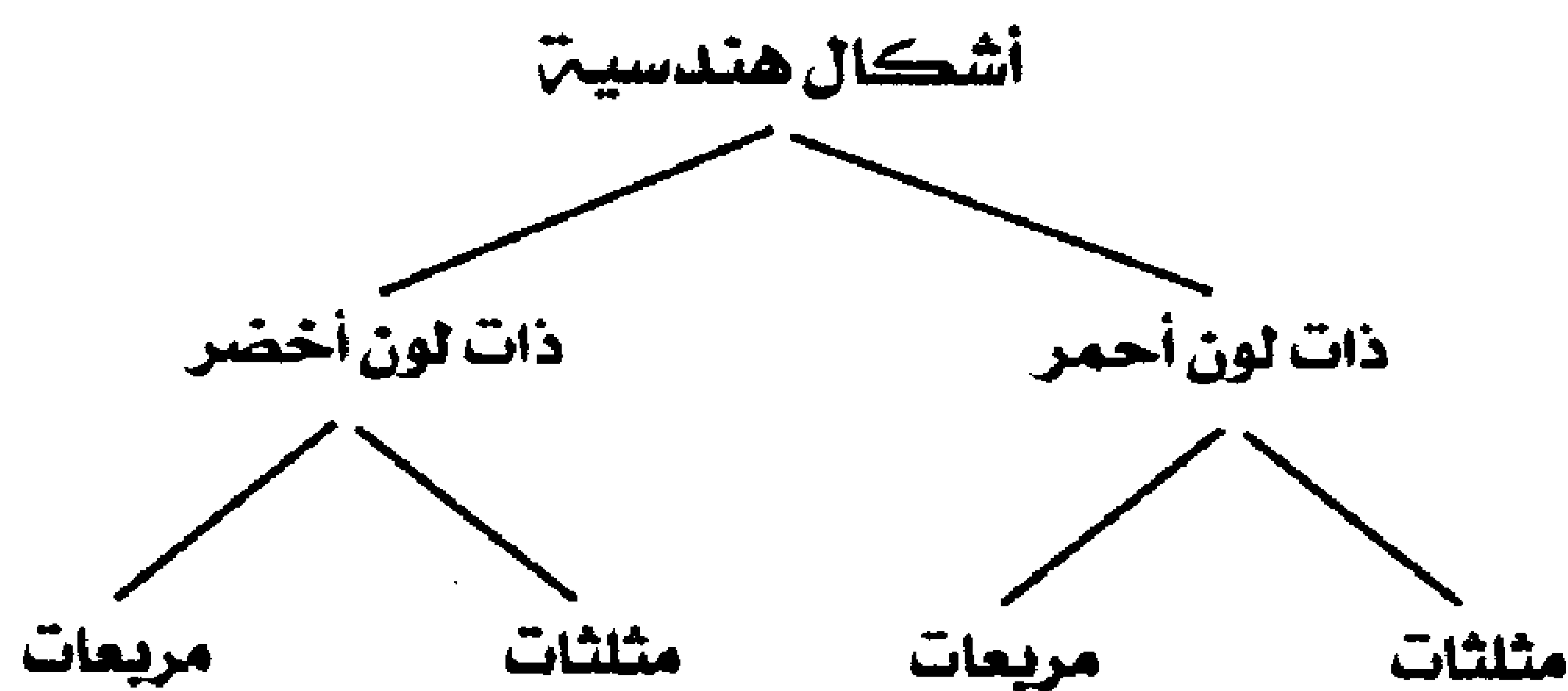
Classification

مقدمة:

التصنيف، في أبسط صورة له، هو وضع الأشياء معًا في مجموعة واحدة، وذلك وفقًا لخاصية أو سمة مشتركة تجمعهما معًا، فالمثلثات توضع معًا في فئة واحدة؛ لأن كل مثلث يتكون من ثلاثة أضلاع، بينما تصنف الأشكال المربعة في فئة أخرى، لتكون كل منها من أربعة أضلاع.

ومن الطبيعي أن تختلف طريقة التصنيف باختلاف الخاصية التي سيتم في ضوئها عملية التصنيف. فمثلاً، قد يكون لدينا أشكال مثلثة ألوانها حمراء وخضراء، وأشكال مربعة ألوانها حمراء وخضراء. وبناء عليه قد يتم التصنيف على أساس اللون، فتوضع الأشكال ذات اللون الأحمر (مثلثة ومربعة) في مجموعة واحدة، بينما توضع الأشكال ذات اللون الأخضر (مثلثة ومربعة) في مجموعة أخرى؛ وذلك لأن معيار التصنيف هنا هو اللون وليس الشكل.

يمكن أيضًا أن يخرج من كل مجموعة تصنيف آخر، فالأشكال ذات اللون الأحمر تصنف إلى مثلثات ومربعات، والأشكال ذات اللون الأخضر تصنف أيضًا إلى مثلثات ومربعات. التصنيف هنا قد أصبح هرميًا متدرجًا على النمو التالي:



يمكن أيضًا أن يتم التصنيف على أساس نوع الزوايا. فإذا ما أُعطي الطفل مجموعة من الأشكال المثلثة بعضها قائم الزوايا ومنفرجة الزوايا وحادة الزوايا، فإنه قد يصنفها على هذا الأساس. وبالإضافة إلى ذلك، فإنه قد يصنف كل نوع منها وفقًا للون: فهناك مثلثات قائمة الزوايا لونها أحمر، وأخرى خضراء، وكذلك الأمر مع الأشكال حادة الزوايا ومنفرجة الزوايا.

إن ذلك يعني أن محاولات الطفل عمل تصنيفات بطرق مختلفة تبدأ مبكراً. فهو يميز بين الأشجار والحيوانات، ويصنف كلا منها في فئة خاصة. ومع ذلك، فإن السؤال الذي يطرح هنا هو: إذا كان الطفل في سن الثالثة أو الرابعة أو الخامسة يقوم بعمل مثل هذه التصنيفات، فهل يعد ذلك دليلاً على أن لديه قدرة تصنيفية أصيلة genuine؟

الإجابة بالنفي؟ لماذا؟ لأن ما يقوم به هؤلاء الأطفال من تصنيفات يعتمد على انطباعاتهم الحسية، وليس على ممارسات أو أداءات عقلية.

كيف نعرف، إذن، أن الطفل قد تكونت لديه قدرة على عمل تصنيفات أصيلة؟ إذا استطاع القيام بما يلي:

١- التنسيق بين الخواص التكثيفية والخواص الشاملة.

٢- إدراك علاقات «كل وبعض».

٣- التضمن الفئوي.

٤- إدراك الفئة الفردية.

٥- إدراك أنه يمكن أن تكون هناك فئة خالية (صفرية).

٦- ممارسة التصنيف المضاعف.

وعلى الصفحات التالية نجد توضيحًا لكل مفهوم فرعي من هذه المفاهيم التي يشكل مجموعها القدرة التصنيفية الأصيلة لدى الطفل، مع ملاحظة أن هذه المفاهيم الفرعية لا تعمل بمعزل عن بعضها البعض. فكما سنرى، فإن هناك بعض المهمات تستخدم لتعرف مدى تمكن الطفل من أكثر من مفهوم من هذه المفاهيم الفرعية، أي أنها مهمات متعددة الأغراض.

***

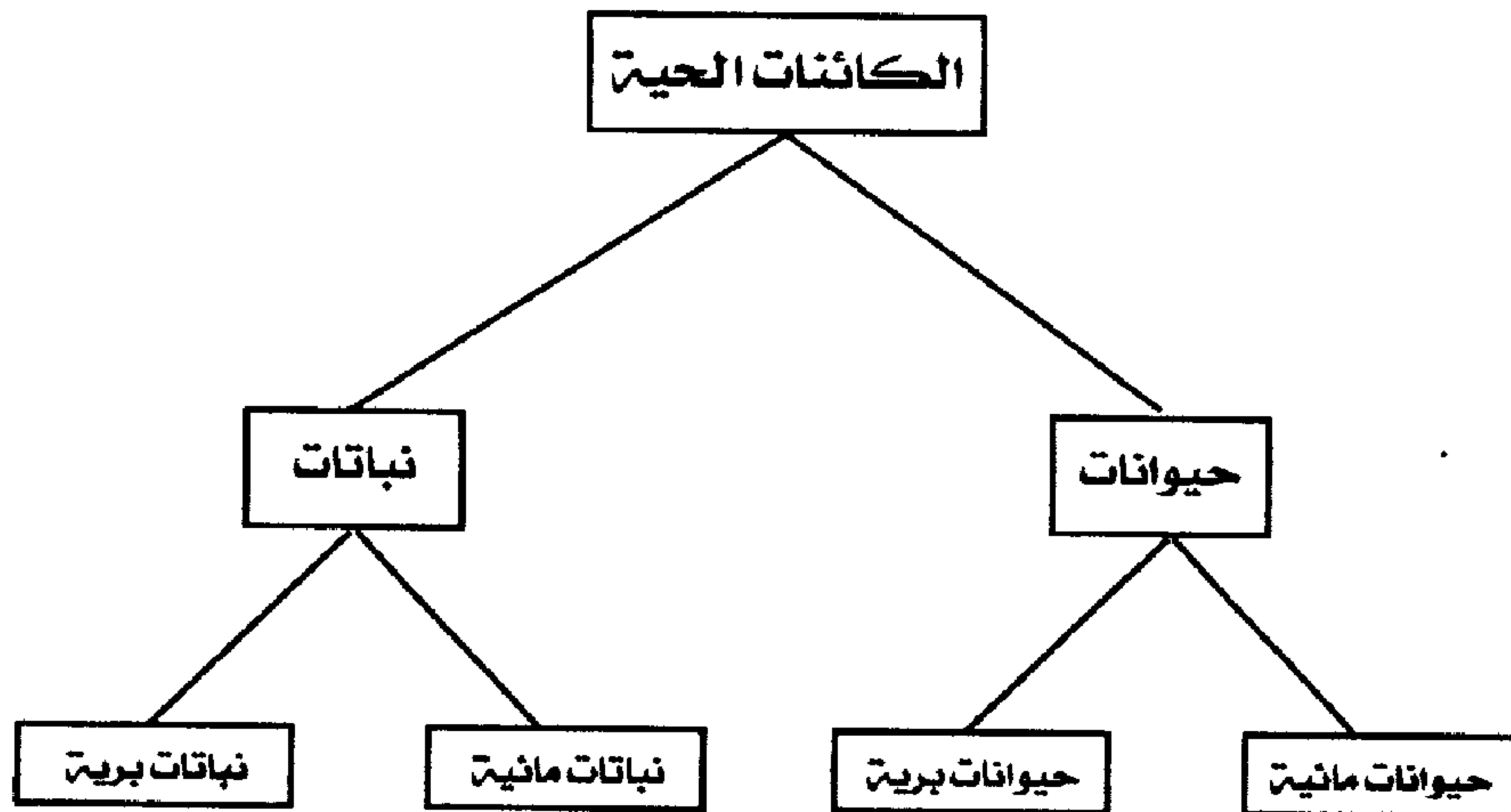
أولاً: التنسيق بين الخواص التكثيفية والخواص الشاملة:

Intensive and Extensive Properitles

الخواص التكثيفية هي تلك الخواص المشتركة بين عناصر فئة معينة، أي أنها تستخدم لتحديد الكيفية التي يمكن بها تشكيل فئة معينة. فكما سبق أن أسلفنا، لو أننا أعطينا للطفل عدداً من الأشكال المثلثة الملونة وعدداً آخر من الأشكال المربعة الملونة، فإنه قد يصنف هذه الأشكال على أساس عدد الأضلاع (ثلاثة أو أربعة)، أو على أساس اللون (أحمر أو أخضر).

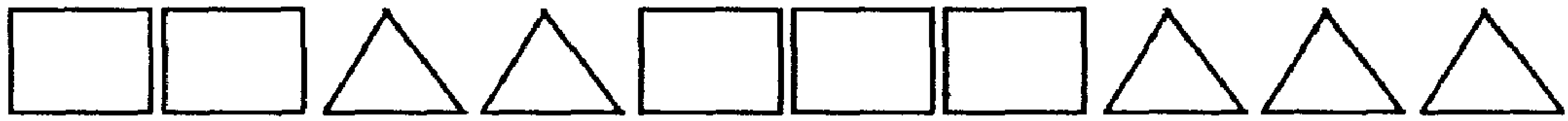
أما بالنسبة للخواص الشاملة (أو الانتشارية)، فهي تلك الخواص التي تربط فئة ما بالفئات الأخرى. فعلى سبيل المثال، فإن «القطط» تنتمي إلى فئة أكبر، هي فئة «الحيوانات». كما أن «الحيوانات» تنتمي إلى فئة أكبر هي «الكائنات الحية».

وبالمثل، فإن «شجرة التفاح» تنتمي إلى فئة أكبر هي فئة «النباتات»، وفئة «النباتات» تنتمي بدورها إلى فئة أكبر هي «الكائنات الحية»، أي أن فئة «الكائنات الحية» يندرج تحتها «الحيوانات» و«النباتات». كما أن كل فئة من الفئتين يندرج تحتها مجموعة من الفئات الفرعية التي يمكن أن يندرج تحت كل منها أيضاً عدد من الفئات فرعية- الفرعية.



التنسيق بين الخواص التكثيفية (المركزة) والخواص الشاملة

يحدث أن نجد الأطفال في الخامسة وما قبلها يمارسون عمليات تبدو لنا وكأنها عمليات تصنيف، والحقيقة أنها ليست كذلك، فالتجمعات التي يقومون بعملها تتم وفقًا لوضعها المكاني أو لارتباطها ببعضها البعض أو لإنها يمكن أن تؤدي عند تجمعيها إلى تكوين أشكال مكانية ممتعة وجميلة ومثيرة. ففي الشكل التالي يمكن للأطفال أن يضعوا مربّعين ثم مثلثين ثم ثلاثة مربعات ثم ثلاثة مثلثات، وهكذا. الأمر، إذن، أن أوجه التماثل التي يراها الأطفال تقررها عوامل مكانية أو مؤقتة.



وقد حددت انهلدر وبياجيه (Inhelder and Piaget, 1959) عددًا من المعايير أو الشروط التي إذا تم الإيفاء بها يمكن القول: إن قدرة الطفل على القيام بتصنيفات أصيلة قد تكونت. ومنها:

١- يجب تصنيف كل العناصر أو الأشياء أو الأحداث (الموجودة أمامنا) حتى لو احتل واحد منها فقط فئة بمفرده.

٢- لا توجد فئة معزولة بمفردها أو مستثناة.

٣- تتضمن الفئة الواحدة كل (all) العناصر التي تشترك في خاصية أو سمة معينة.

٤- تتضمن الفئة الواحدة فقط (only) تلك العناصر التي تشترك في خاصية أو سمة معينة (توكيد لما جاء في (٣) قبلها).

٥- جميع الفئات ذات الرتبة الواحدة منفصلة عن بعضها (مثلاً: الحيوانات المائية- الحيوانات البرية).

٦- الفئة المتتامة Complementary Class لها خواصها المميزة التي لا توجد في الفئة المتممة Complement Class.

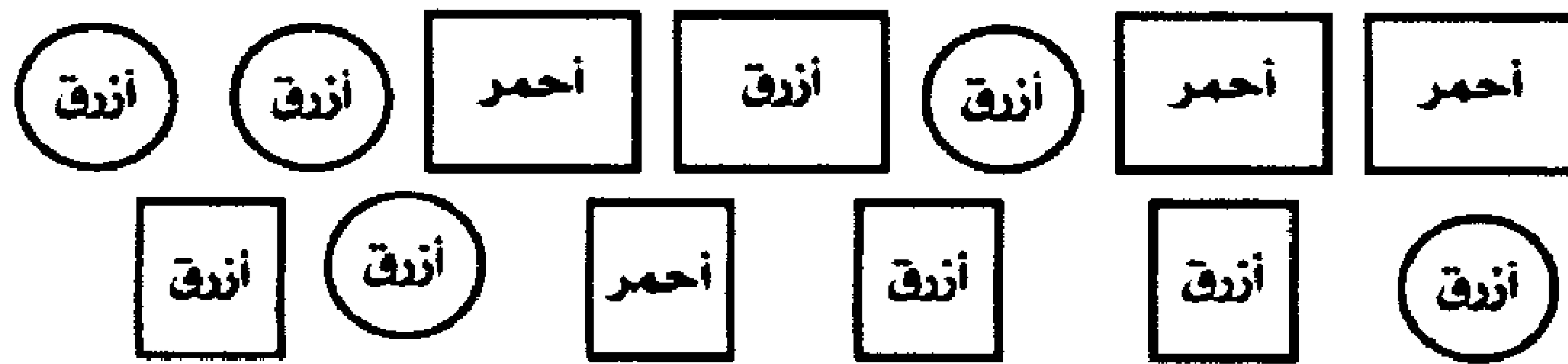
٧- يتم تضمين فئة معينة في فئة ذات رتبة أعلى تشتمل بدورها على كل عناصر الفئة الأقل (في الرتبة). مثال ذلك الحيوانات المائية، فهي فئة من فئات

الحيوانات تشتمل (أي فئة الحيوانات باعتبارها الفئة الأشمل) على كل عناصر الحيوانات المائية.

ثانيًا: علاقات «كل» و«بعض» All and Some "Relations"

تعد المفردتان اللفظيتان «كل» و «بعض» على قدر كبير من الأهمية في الممارسات العقلية الخاصة بالتفكير المنطقي. قد يستخدم الطفل هاتين المفردتين مرارًا وتكرارًا في أحاديثه مع الآخرين، ولكن ليس قبل التاسعة أو العاشرة (تقريبًا) وفقًا لتقديرات بياجيه، حتى يتمكن الطفل من استخدامهما استخدامًا منطقيًا سليمًا في الممارسات الخاصة بالتصنيف.

ولكي يتم التعرف على مدى فهم الطفل للمفردتين «كل» و «بعض» يمكن استخدام مجموعة من الأشكال، عبارة عن مربعات لونها أحمر وأخرى لونها أزرق ودوائر لونها أزرق، مع ملاحظة عدم وجود دوائر لونها أحمر.



مجموعة من الأشكال تستخدم لدراسة مدى فهم الطفل للعلاقة «كل» و «بعض»

في هذه المهمة يطلب القائم بالمقابلة من الطفل عدة أشياء؛ مثل تحديد ألوان الموجودات (أحمر أم أزرق) وأشكالها (حمراء أم زرقاء). بعد ذلك يطلب منه أن يقوم بتصنيف هذه الموجودات في مجموعتين أو أربعة أو أكثر. عندئذ يتم تقديم أسئلة للطفل وفقًا للمجموعات التي سيقوم بتكوينها. من هذه الأسئلة:

١- هل كل الأشكال الدائرية زرقاء؟

٢- هل كل الأشكال المربعة حمراء؟

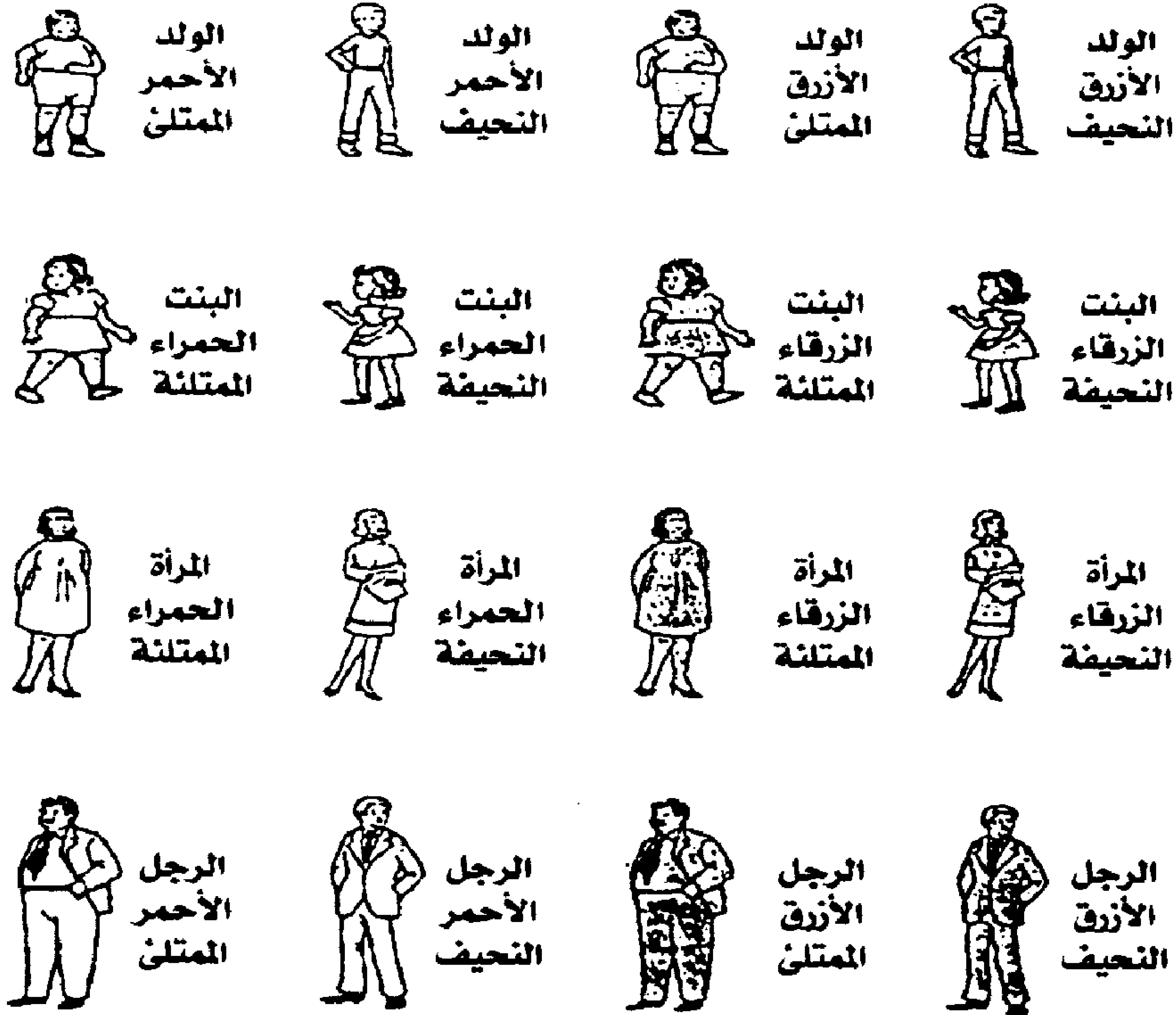
٣- هل كل الأشكال الزرقاء دوائر؟

٤- هل كل الأشكال الحمراء مربعة؟

علينا أن نلاحظ أن إجابات الطفل (إذا كان قد بلغ مرحلة تفكير العمليات الحسية) سوف تكون إما: نعم، كل الأشكال الدائرية زرقاء (السؤال ١)، أو: لا، بعض الأشكال المربعة حمراء وبعضها أزرق (السؤال ٢)، أو: لا، بعض الأشكال الزرقاء دوائر وبعضها مربعات (السؤال ٣)، أو: نعم، كل الأشكال الحمراء مربعات (السؤال ٤).

توضح نتائج أبحاث بياجيه ووفقًا لتقديراته، أنه ليس قبل سن الثامنة حتى يستطيع الطفل إدراك علاقة «كل» و«بعض».

مهمة أخرى يمكن استخدامها لتعرف مدى فهم الأطفال لعلاقات «كل» و«بعض» موضحة في الشكل التالي(*):



في هذه المهمة يتم استخدام ست عشرة بطاقة على كل منها صورة لشخص له مواصفات تختلف عن مواصفات الآخرين (وذلك كما هو موضح في الرسومات المبيَّنة أعلاه). إذا ما تفحصنا هذه الأشكال فإنه يمكن لنا أن نقوم بوصف أي شكل

(*) (Good, 1977, pp.25- 26).

منها وفقًا لعدد من المتغيرات (نطلق عليها هنا سمات أو خصائص): اللون (أزرق، أحمر)، نوع الجنس (ذكور، وإناث)، الوزن (ممتلئ، ونحيف)، العمر (كبير، وصغير).

بعد أن يقوم الطفل بفحص هذه الأشكال نقوم بتشكيل مجموعة منها تشمل، مثلاً: الرجل الأحمر الممتلئ- المرأة الحمراء الممتلئة- الولد الأحمر الممتلئ- البنت الحمراء النحيفة.

عندئذ نسأل الطفل عما إذا كان شكل من هذه الأشكال ينبغي استبداله بشكل آخر من بقية الأشكال؟ ولماذا؟ فإذا ما أجاب الطفل بأن البنت الحمراء الممتلئة ينبغي أن تحل محل البنت الحمراء النحيفة؛ لأن كل عناصر المجموعة من الممتلئين، فإننا نقبل إجابته، ثم نقدم له مهمة أخرى جديدة. أما إذا لم يتوصَّل إلى الإجابة، فإننا نحاول أن نتعرف على سبب إخفاقه.

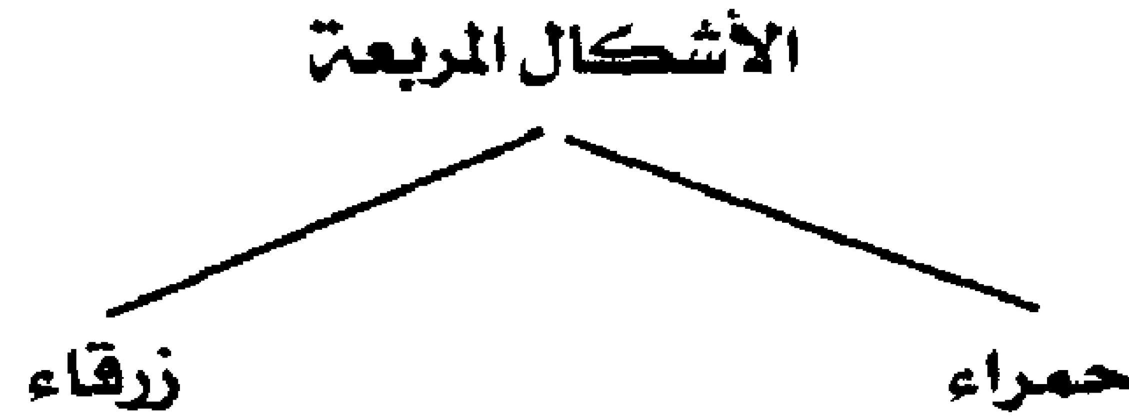
يتم تكرار المهمة بتغيير المجموعات والأشكال، بحيث تتضمن المجموعات شكلاً يبدو غير متناسق مع عناصر المجموعة. ومن مجموع استجابات الطفل وتفسيراته يتبين لنا ما إذا كان الطفل يستطيع فعلاً التمييز بين «كل» و«بعض» أم لا. أيضًا، فإن هذه المهمة يمكن استخدامها لنعرف مدى قدرة الطفل على ممارسة التصنيف المضاعف الذي سيرد تناوله فيما بعد.

ثالثًا: تضمين الفئة: Class Inclusion

عندما تكون فئة فرعية هي جزء من فئة أكبر منها فهذا هو التضمين الفئوي، وعندما يكون «بعض ما» جزءًا من «كل»، فهذا أيضًا تضمين فئوي. وهذا ما يجعلنا نؤكد أن عملية تجزئة القدرة التصنيفية إلى قدرات ومفاهيم فرعية هي من أجل الدراسة والتعليم فقط، أما عناصر القدرة التصنيفية، فإنها تتكامل مع بعضها البعض بشكل وظيفي تمامًا.

في ضوء ذلك، فإن فكرة «تضمين الفئة» هي امتداد لعلاقات «كل» و«بعض»، وهو الأمر الذي يجعل من الصعب على طفل ما قبل الثامنة أو التاسعة، كما

أسلفنا، أن يتعامل معها باعتبارها فكرة مجردة إلى حد ما. عندما نسأل الطفل، كما في الجزء السابق هل كل الأشكال المربعة حمراء؟ فإنه قد يجيب بالإيجاب؛ لأنه لا يتصور أن الأشكال المربعة الحمراء فئة فرعية من فئة أشمل منها، هي فئة الأشكال المربعة، وتتضمن هذه الفئة الشاملة أيضًا أشكالاً مربعة زرقاء.



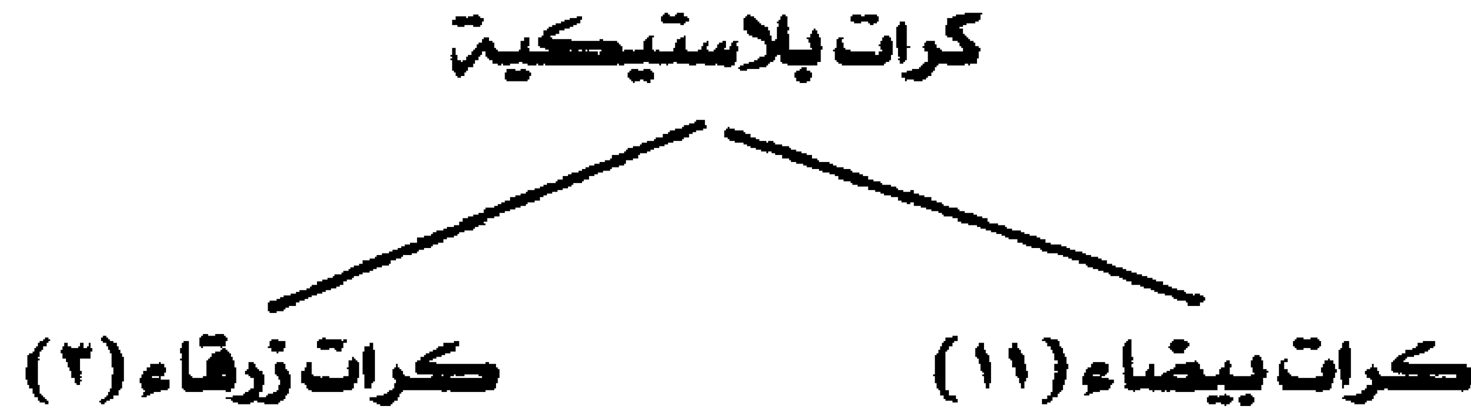
لنعرف مدى استيعاب الطفل لمفهوم «التضمين الفئوي» نحضر وعاء «زجاجيًّا» به كرات مصنوعة من البلاستيك (مثلاً) عددها عشرون كرة: سبع عشرة كرة لونها أبيض وثلاثة لونها أرزق. نُعلِم الطفل أن جميع الكرات مصنوعة من البلاستيك وإن اختلف لون بعضها عن البعض الآخر. ولو طلبنا من الطفل أن يقوم بتصنيف الكرات فلن يجد صعوبة في تصنيفها إلى كرات بيضاء (في مجموعة)، وكرات زرقاء في مجموعة أخرى، لن تواجهه مشكلة في ذلك.

عندئذ نقوم بسؤال الطفل: لو أننا أخرجنا جميع الكرات البيضاء من الصندوق، فهل يتبقى في الصندوق كرات بلاستيكية؟ فإن إجابته (إذا لم يكن قد بلغ سن الثامنة أو التاسعة وربما العاشرة) سوف تكون بالنفي. لماذا؟ لأنه لا يتصور أن تكون الكرات الزرقاء هي في نفس الوقت كرات بلاستيكية. إنه يفكر في بُعد واحد فقط، فالكرات إما أن تكون زرقاء وإما أن تكون بلاستيكية.

مثل هذه الكيفية في التعامل مع الموقف من قِبل طفل مرحلة ما قبل العمليات نجد صداها أيضًا في طريقة تعامله مع المواقف الحياتية المختلفة. فهو لا يتصور، مثلاً، أنه يمكن أن يكون متواجدًا في المنزل وفي الشارع وفي المدينة وفي المحافظة وفي الوطن في نفس الوقت!

ومن هنا يمكن القول: إن الطفل ما لم يكن متمكِّنًا من فكرة تضمين الفئة فلا يمكن القول بأن لديه قدرة تصنيفية أصيلة.

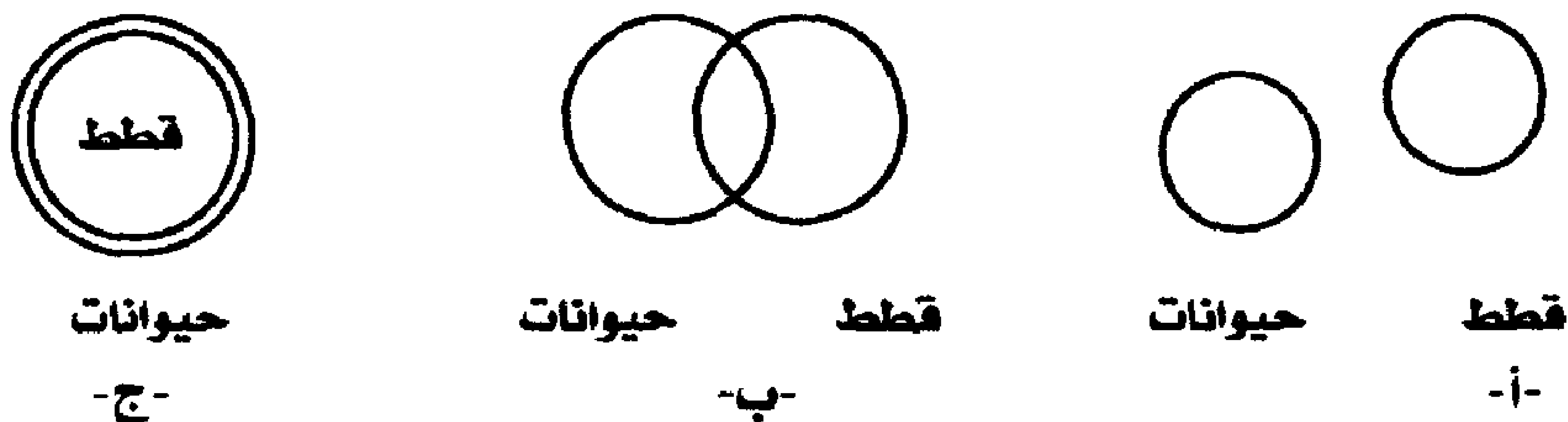
إذا أردنا التـعبـيـر عن مشكلة الطـفل في تعامله مع الـنشاط الخـاص بالكرات البلاستيكيـة؛ فهي أنه لم يتصور (عقليًّا) أن الكرات البلاسـتيكية تتكون من كرات بيضاء وكرات زرقاء، على النحو التالي:



وبالتالي فإننا إذا قـمنا بإخراج الكرات البيضاء البلاستـيكية من الصندوق؛ فإنه سيتـبقى في الصندوق كرات زرقاء بلاسـتيكية أيضًا. الطفل لم يـتصور أن الشيء الواحد (الكرات في هذه الحـالة) يمكن أن يكون له صفتـان في وقت واحد (اللون ونوع المادة). شيء شبيه بذلك سيواجه الطفل وسيتضح عند تناولنا لفكرة التصنيف المضاعف.

هنا يأتي دور المعلمين والآباء في ضـرورة توفير فـرص عديدة وأنشطة مـتنوعة هادفة تخـاطب مثل هذه القضـايا، وذلك حتى يمكن للأطفال أن يدركـوا خواص الأشياء وسمـاتها والعلاقات بينها. لابد من توفـير خبرات حسيـة عديدة مدروسة وتفاعلات اجتـماعية هادفة، حتى يـنمو الطفل عقليًّا وعلميًّا ورياضـيًّا في توقيت مناسب. الشـرح النظري لا يكفي ولا يحقق هدفًـا، وإنما فقط -ونؤكـد «فقط»- توفيرات خبرات وأنشطة عديدة هادفة ومدروسة وتفاعلات اجتماعية إيجابية.

ماذا لو سألنا الطفل: هل كل القطط حيـوانات؟ هناك احتمالات ثلاثة للإجابة توضحها الرسومات التالية:



الرسم (أ): القطط ليست حيوانات.

الرسم (ب): بعض القطط حيوانات والبعض الآخر ليس حيوانات.

الرسم (ج): جميع القطط حيوانات.

إن علاقة التضمين الفئوي تُعد متطلبًا أساسيًّا من متطلبات اكتساب القدرة على التفكير المنطقي، والتي نحتاجها في تعليم العلوم والرياضيات. فإذا ما أخذنا البدائل الثلاثة أعلاه، فإنها تقدم لنا نماذج لثلاثة أنواع من الفئات، هي:

١- الفئات المنفصلة، التي لا توجد بينها عناصر مشتركة (الأحياء والجمادات).

٢- الفئات المتقاطعة، التي تشترك فيما بينها في بعض العناصر (بنات عيونهن زرقاء وبنات عيونهن خضراء).

٣- فئات متضمنة في فئات أخرى أكثر شمولية (القطط حيوانات، الورود ألوانها مختلفة: حمراء وزرقاء وبيضاء... إلخ).

رابعًا: الفئة الفردية The Singular Class

الفئة الفردية، كما هو واضح من الاسم، هي تلك الفئة التي تتضمن عنصرًا واحدًا فقط. فلو قدمنا للطفل مجموعة من العناصر بينها عنصر مختلف يحتاج إلى أن يكون في فئة بمفرده، فهل يستطيع إدراك ذلك؟ توضح الأبحاث أن الأطفال فيما قبل الثامنة أو التاسعة يواجهون صعوبة ما في هذه القدرة التصنيفية الفرعية.

ولتعرف مدى توافر هذه القدرة -أي القدرة على تشييد فئة فردية- لدى الطفل يمكن استخدام عدد من الأشكال المثلثة والمربعة ومعها شكل دائري، بحيث يكون لونها جميعًا واحدًا. ويُطلب من الطفل وضعها في مجموعات، لنرى ما إذا كان سيقوم بوضع الشكل الدائري في مجموعة بمفرده، أم أنه سوف يحاول وضعه في إحدى المجموعتين الأخريين (المثلثات والمربعات).

خامسًا: الفئة الخالية أو الصفرية The Empty or the Null Class

الفئة الخالية أو الصفرية هي تلك الفئة التي يكون عدد العناصر فيها مساويًا الصفر. فعلى سبيل المثال، فإن فئة الناس ذوي الطول خمسة أمتار فأكثر تعد فئة خالية أو صفرية؛ لأنه لا يوجد فيها أحد. وإذا كانت الفئة الخالية أو الصفرية

لا تمثل صعوبة بالنسبة للكبار، فإن الأمـر ليس كذلك مع الأطفال الصغار، شأنها في ذلك شأن الفئة الفـردية. فالطفل فيما قبل العاشرة أو الحـادية عشرة -أي قبل بلوغه مرحلة العمليات الشكلية مباشرة- يقاوم فكرة الفئة الصفرية. لماذا؟ لأن الفئة الصفرية أقرب إلى أن تكون مفهومًا مجردًا منها إلى مفهوم حسي. فهي، أي الفئة الخالية، تخلو من أي عناصـر، وبالتالي فإنها ليست ذات معنى أو مـغزى بالنسبة للطفل.

ولتعرف ما إذا كـان الطفل قادرًا على تصور وجود فئة خـالية أو صفرية أم لا؛ يمكن استـخدام عدد من البطاقات، بـعضها مـرسوم عليه مربعـات وأخرى دوائر وثالثة مثلثات ورابعة لا توجد عليها رسومات. عندئذ يطلب من الطفل أن يصنف هذه البطاقات في مجـموعتين فقط. من الطبيعي أن تكون إحـدى المجموعتين هي تلك البطاقات التي توجـد فيها رسـومات، والأخرى هي تلك البطاقات الخـالية. فهل يستطيع الطفل القيام بذلك؟

يوضح كوبلاند(*) أن الأطفال فيمـا قبل العاشرة أو الحادية عشـرة يخفقون في تصور أن هناك فـئة ما يمكن أن تكون بدون عناصر. ويصنف ردود أفـعالهم على النحو التالي:

١- قد يتم تصنيـف البطاقات الخاليـة وفق خاصيـة أخرى (كاللون مـثلا)، وذلك لتمييزها عن البطاقات الأخرى.

٢- أو يتم إدخالها ضمن مجموعة البطاقات التي تشتمل على رسومات.

٣- أو تجاهل البـطاقات الخاليـة وتركهـا بدون تصنيف، في الوقت الذي يتم فـيه تصنيف البطاقات الأخرى.

إن الطفل هنا يقاوم فكرة تشييد الفئة الصفرية.

سادسًا: التصنيف المضاعف: Multiple Classification

يُعنى التصنيف المضاعف (المتعدد) بقدرة الطفل على تضمين عنصر معين في فئة ما، وفقا لأكثر من خاصية (متغير- سمة) في وقت واحد.

(*) (Copeland, 1979, pp. 70- 71).

ولتعـرف مدى توافر هذه القدرة لدى الطـفل يمكن استخدام رسم مـا، كالمبين أسفله، على شكل حرف L مقلوبًا. ويتـضمن الرسم عددًا من المربعات الـرأسية والأفقية. فلنقم معًا بدراسة الشكل والمهمة المطلوبة:

	بني	أزرق	أصفر	أحمر
س	شجرة	شجرة	شجرة	شجرة
قلم	جميعها			
كتاب	لونها			
تفاحة	أخضر			
كرة				

١- في المربعـات الرأسـيـة توضع مـجـمـوعـة من الأشكال المختـلفة (قلم، كتـاب، تفاحـة، كرة) جميعها لونها أخضر.

٢- في المربعات الأفـقية يوضع في كل منهـا صورة لشكل واحد؛ بحيث تكون ألوانه مـختلفة (لتكن شجرة مثلاً).

٣- على المنضدة توضع أمام الطفل رسـومات لأشكال مختلفة ذات ألوان مـختلفة (من بينها شجرة لونها أخضر).

٤- نطلب من الطفل أن يـفحص الشكل جـيـدًا والصور المـوجودة في المربعـات (الرأسية والأفقية)، ليـعرف لماذا وضعت على هذا النحو في المحورين الرأسي والأفقي؟

٥- بعدئذ نطلب من الطفل أن يختار من بين الصـور الموجودة على المنضدة صورة ما تكون مناسبة لأنْ تُوضع في المربع الخالي (س).

٦- عندما يخـتار الصـورة التي سوف توضع في المربع الخالـي (س) نطلب تقديم سبب اختياره.

من المفترض أن يختار الطفل الشجـرة الخضراء لوضعها في المربع (س)، وذلك إذا كانت له القدرة على ممارسة التصنيف المضاعف. لماذا؟ لأن الشكل الذي يوضع في المربع المتقاطع (س) ينبغي أن تكون له صـفتان في وقت واحد: أن يكون لونه أخضر ليتماشى مع الأشكال الرأسيـة الخضراء، وأن يكون شجرة لكي يتماشى مع الأشجار الموجودة في المربعات الأفقية.

وقد وجد كوبلاند أن اختيارات الأطفال في سن السابعة أو الثامنة تكون مبنية على أساس صفة واحدة فقط. وفي سن العاشرة تزداد قدرة الأطفال على الاختيار الصحيح.

يمكن إجراء المهمة بشكل مختلف قليلاً. فإذا ما قمنا بفحص الشكل المبين، فإن الصور الموجودة لو نظرنا إليها رأسيًّا لوجدناها تختلف في الشكل ولكن لونها واحد. فالعمود الأول يتضمن صورًا لونها أصفر لأشكال مختلفة. والعمود الثاني يتضمن صورًا لونها أزرق لأشكال مختلفة، وكذلك العمود الثالث يتضمن صورًا لونها أخضر لأشكال مختلفة.

أصفر	أزرق	أخضر
قلم	قلم	قلم
كتاب	كتاب	كتاب
قبعة	قبعة	قبعة
كرة	كرة	كرة
س	ص	ع

وإذا ما قمنا بفحص الرسومات أفقيًّا، فإننا نجد أن:

كل صف يتضمن صورًا لشكل واحد، ولكن لونها مختلف. فالصف الأول يتكون من صور لأقلام ألوانها مختلفة، والصف الثاني يتكون من صور لكتب ألوانها مختلفة، والصف الثالث يتكون من صور لقبعات ألوانها مختلفة، والصف الرابع يتكون من صور لكرات ألوانها مختلفة.

بعد أن يقوم الطفل بفحص الشكل وإدراك النمط الذي رتبت به الرسوم المتضمنة فيه، نطلب منه الاختيار من بين صور عديدة موضوعة على المنضدة (من بينها شجرة لونها أصفر وأخرى لونها أزرق وثالثة لونها أخضر) ثلاث صور لوضعها في المربعات (س، ص، ع).

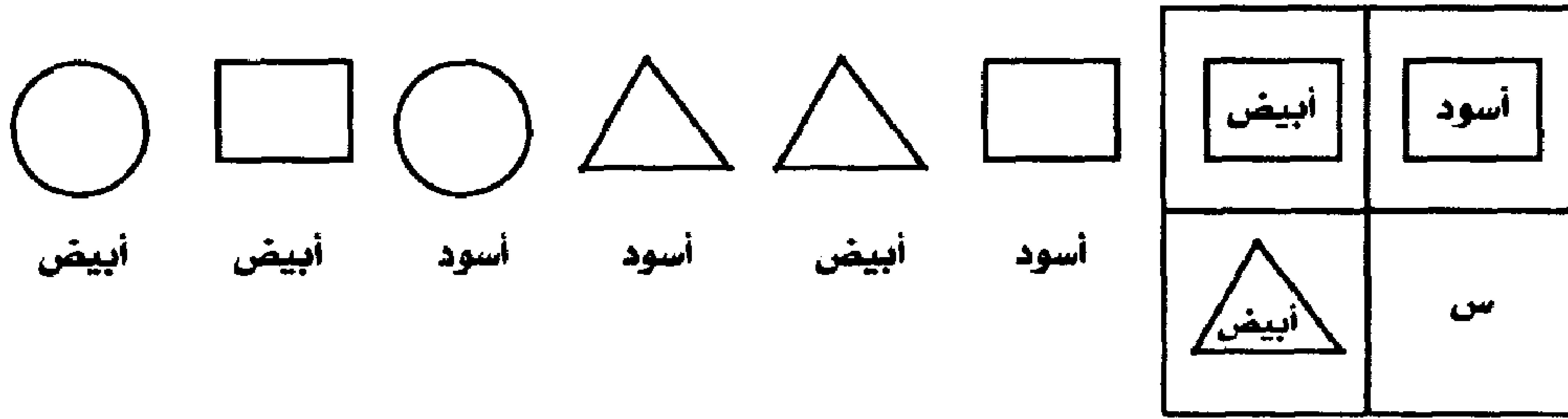
علينا أن نتذكر هنا أن عملية الاختيار تتم في ضوء خاصيتين في وقت واحد؛ الشكل واللون. فالصور التي ستوضع في المربعات (س، ص، ع) ينبغي أن يتوافر فيها شرطان:

الأول: إذا فحصناها رأسيًّا، ينبغي أن يكون لها نفس ألوان الصور الأخرى (أصفر، أزرق، أخضر).

الثاني: إذا فحصناها أفقيًّا، ينبغي أن يكون شكلها واحدًا (في هذه الحالة شجرات).

إن هذه المهمة والسابقة لها يتضح منهما وجود علاقة قوية بين القدرة على إدراك علاقـات «كل» و«بعض» (راجع المهمات الخاصـة بالرسومات في تلك العـلاقات) وبين القدرة على التصنيف وفقًا لأكثر من خاصية ومعيار.

مهمة أخرى بسيطة يمكن استخدامها (Copeland, 1979, P. 73) في هذا الصدد تعتمد على استخدام أشكال مثلثة ومـربعة ذات ألوان مختلفة (سوداء وبيضاء مثلاً) كما هو مبين في الشكل أدناه.



يقوم الطفل بفـحص الشكل أعلاه، وكذلك الأشكال الأخرى الموضـوعة على المنضدة (مبنية على اليسار)، ثم يُطلب منه أن يتـخير شكلاً منها لوضعه في الخانة (س). الشكل المطلوب اختياره ينبغي أن يتوافر فيه شرطان:

الأول: إذا نظرنا إليه رأسيًّا، فينبغي أن يكون له نفس لون الشكل العلوي (أسود في هذه الحالة).

الثاني: إذا نظرنا إليه أفقيًّا، فينبغي أن يكون مثلثًا.

على هذا الأساس، ينبغي وضع شكل مثلث أسود في الخانة (س).

يمكن التعبير تخطيطيًّا عن هذه المهمة على النحو التالي:

		اللون (س)	
		أسود (س١)	أبيض (س٢)
الشكل (ص)	مربع ص١	مربع أسود	مربع أبيض
	مثلث ص٢	مثلث أسود	مثلث أبيض

		اللون (س)	
		س١	س٢
أو الشكل (ص)	ص١	س١ ص١	س٢ ص١
	ص٢	س١ ص٢	س٢ ص٢

قد نفكر في أن تزداد المهمة تعقيدًا بأن يكون لدينا، مثلاً، ثلاثة أشكال: مثلثة ومربعة ودائرية (ص١، ص٢، ص٣) لهـا لونان أسود أو أبيض، (س١، س٢). ويتم تفريغ إحدى الخانات مع وضع أشكال متعددة على الطاولة ليختار منها الطفل الشكل الذي ينبغي وضعه في الخانة الخـالية. ويمكن التعـبير عن مثل هذه المهـمة رمزيًا على النحو التالي:

الشكل (ص)		اللون (س) أسود (س١)	أبيض (س٢)
	مربع ص١	س١ ص١	س٢ ص١
	مثلث ص٢	س١ ص٢	س٢ ص٢
	دائرة ص٣	س١ ص٣	س٢ ص٣

فلو كانت الخانة (س٢ ص٢) خالية، فإن معنى ذلك أن ما يجب أن يشغلها هو مثلث لونه أبيض، وهكذا مع بقية الخانات.

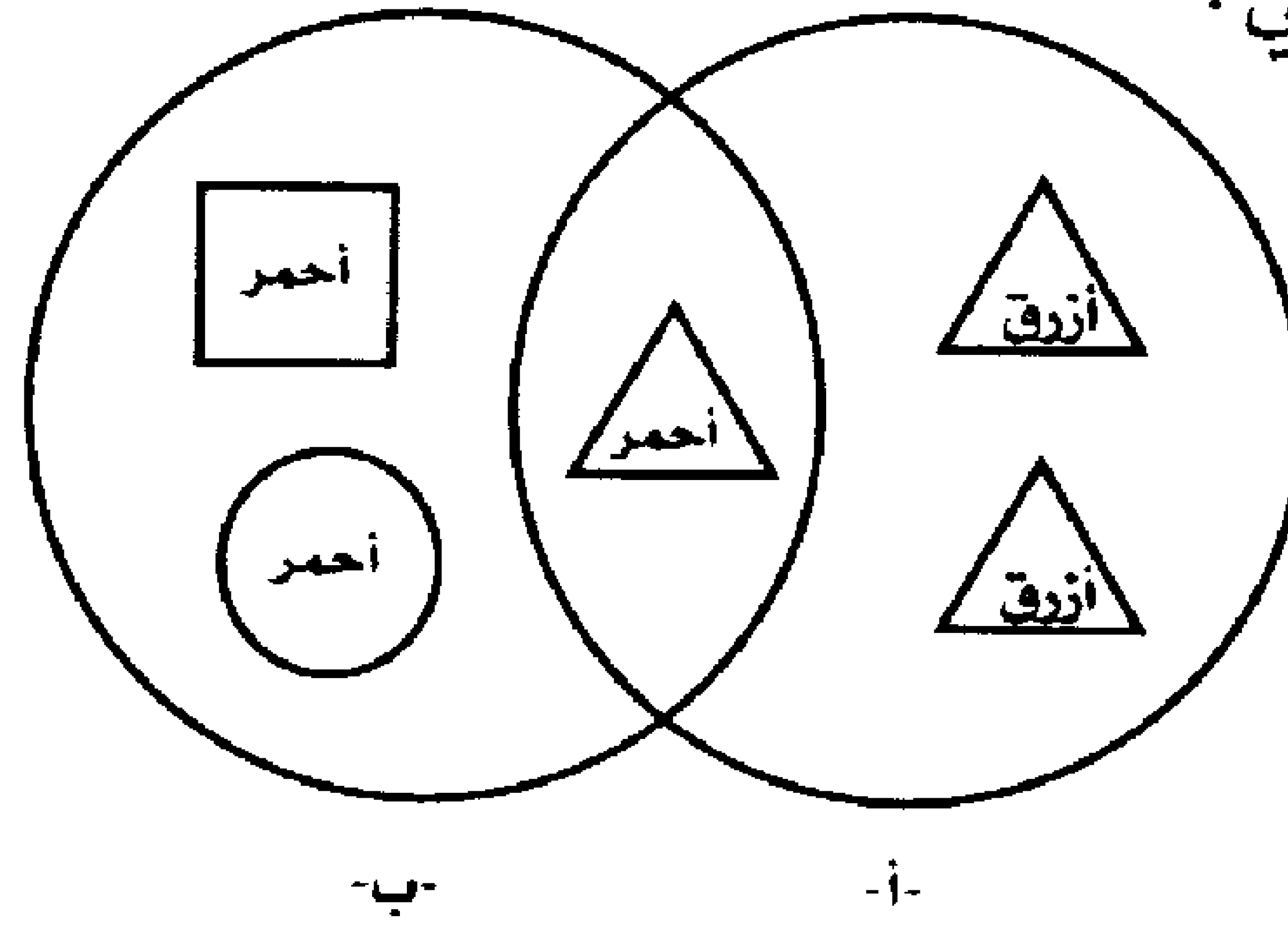
أيضًا، هناك المزيد من المهمات التي يمكن ممارستها لتعرف مدى قدرة الطفل على أن يصنف وفقًا لأكـثر من خاصية في وقت واحد. فـقد يكون لدينا ثلاثة أشكال: مـربعة ومـثلثـة ودائرية (ص١، ص٢، ص٣)، وثلاثة ألوان (س١، س٢، س٣) (أسود وأبيض وأزرق). ويمكن التعبير عن مثل هذه الحالة على النحو التالي:

الشكل (ص)		اللون (س) أسود (س١)	أبيض (س٢)	أزرق (س٣)
	مربع ص١	س١ ص١	س٢ ص١	س٣ ص١
	مثلث ص٢	س١ ص٢	س٢ ص٢	س٣ ص٢
	دائرة ص٣	س١ ص٣	س٢ ص٣	س٣ ص٣

إذا أردنا أن نقرأ الخانة (س٢ ص٢)، مثلاً، فإنها تعني أن الشكل المتضمن فيها مثلث لونه أبيض.

نحن هنا، إذن، أمام متغيرين (تحت مسمى خاصيتين أو سمتين): اللون (له ثلاث قيم س١، س٢، س٣) والشكل (له أيضًا ثلاث قيم ص١، ص٢، ص٣). يمكن أن نستمر في زيادة المهمة تعقيدًا لو أردنا.

نريد فقط أن نشير هنا إلى أن فكرة «التصنيف المضاعف» يمكن التعامل معها على أساس مباريات يؤديها الأطفال لتنمية مفهوم معين، مثل مفهوم الوصل أو التقاطع Conjunction or Intersection، ذلك أن فكرة الوصل تعتمد على استخدام حرف الوصل «و» للربط بين كلمتين أو عبارتين. وبناء عليه، فإن علينا أن نفحص الشكل التالي:



يتكون الشكل من طوقين (أ، ب) يتم وضعهما على الأرض بحيث تكون هناك منطقة تقاطع بينهما. يوضع في الطوق الأول (أ) شكلان مثلثان أزرقان، وفي الطوق الثاني (ب) شكل مربع أحمر وشكل دائري أحمر، إلى جانب الطوقين توجد أشكال متعددة بألوان مختلفة (من بينها شكل مثلث أحمر) يطلب من الطفل أن يختار شكلاً ما لوضعه في منطقة التقاطع (أو الوصل) بين الطوقين، مع سؤاله عن سبب اختياره. المفترض أن يختار الشكل المثلث الأحمر؛ لأن فيه خاصيتين تجمع بين عناصر الطوقين. فهو شكل مثلث يتسق مع الأشكال الموجودة في الطوق (أ) وفي نفس الوقت لونه أحمر؛ بحيث يتسق مع الألوان الموجودة في الطوق (ب).

يمكن أيضًا ابتكار العديد من المهمات الأخرى التي تحدد مدى قدرة الطفل على القيام بعمليات تصنيف وفقًا لأكثر من خاصية (متغير) في توقيت واحد.

خاتمة:

لعلك تتفق معي عزيزي القارئ في أن القدرة التصنيفية ليست على ذلك القدر من البساطة الذي يتصوره العديد من الناس. والذين يحصرونها فقط في قدرة الفرد على وضع أشياء مختلفة في مجموعتين أو أكثر، وذلك وفقًا لخاصية معينة. فلقد وجدنا أن القدرة التصنيفية هي قدرة مركبة تشتمل على قدرات فرعية عديدة متفاعلة فيما بينها، مثل: التنسيق بين الخواص التكثيفية والشاملة- علاقات «كل» و«بعض»- التضمين الفئوي- الفئة الفردية- الفئة الخالية- التصنيف المضاعف أو المتعدد.

ولقد اتضح لنا أيضًا أن هذه القدرات التصنيفية لا يكتسبها الطفل جميعها بمجرد دخوله مرحلة العمليات الحسية، فعلاقات «كل» و«بعض» تنمو فيما بين الثامنة والعاشرة، والتضمين الفئوي بين التاسعة والحادية عشرة، والفئة الفردية بين الثامنة والتاسعة، والفئة الخالية بين التاسعة والحادية عشرة، والتصنيف المضاعف بين العاشرة والثانية عشرة (وذلك وفقًا لتقديرات بياجيه والباحثين الملتزمين برؤاه وتصوراته).

على أية حال، فأيًا كانت السن التي تنمو فيها هذه القدرات التصنيفية، فإن على الآباء والمربين واجبًا أساسيًا، وهو ضرورة توفير أنشطة وخبرات كالمشار إليها هنا وما هو على شاكلتها وتقديمها للطفل في مراحل حياتهم المبكرة، الأمر الذي يسهم في بلوغهم مرحلة العمليات الحسية في توقيت مناسب غير متأخر.

***

الفصل الخامس

السلسلة والعدد

Seriation and Number

أولاً: السَّلسلة Seriation

مقدمة:

يقصد بـ «السَّلسلة» seriation وضع الأشياء في موقعها الترتيبي الصحيح بالنسبة لبعضها البعض، وذلك في ضوء ما يتوافر في كل منها من خاصية أو سمة معينة. فإذا ما أخذنا خاصية معينة مثل الطول، فإنه يمكن ترتيب الأشياء وفقًا لطولها من الأقصر إلى الأطول، أو العكس. نفس الشيء يمكن أن يحدث بالنسبة لخواص أخرى، مثل الوزن، المسافة، المساحة، الحجم، القطر. . . إلخ.

والسَّلسلة، مثلها في ذلك مثل التصنيف، تُعد عملية معرفية أساسية Congnitive process من العمليات الخاصة بالتفكير المنطقي، إلا أنها تختلف عن التصنيف فى أن العلاقات بين العناصر يتم إدراكها في صورة ترتيبية (أطول وأقصر، أثقل وزنًا وأخف وزنًا. . . إلخ) بينما في حالة التصنيف يتم التجميع على أساس ما بين العناصر من خصائص مشتركة.

السَّلسلة، إذن، ليست عملية حسية تعتمد على ما يدركه الفرد حسيًا من علاقات بين الأشياء والعناصر تمكنه من ترتيبها تصاعديًّا أو تنازليًّا وفقًا لمقدار ما يتوافر في محل منها من خاصية معينة. وإنما على العكس من ذلك، فإن تمكن الفرد من القيام بعمليات سَلسلة يشكل جزءًا أساسيًا من البنية الوظيفية للتفكير المنطقي. ولمزيد من التوضيح، فإن هناك عددًا من العمليات المعرفية الأساسية التي يحتاجها الفرد لكي يتمكن من ممارسة «السَّلسلة» إجرائيًا. هذه العمليات هي:

١- القدرة على ممارسة التفكير الانعكاسي Reversibility: وهي القدرة (العقلية) على الترتيب في اتجاهين، كالترتيب من الأمام إلى الخلف والعكس، أو الترتيب من اليمين إلى اليسار والعكس، أو الترتيب من الأطول إلى الأقصر والعكس.

٢- القدرة على استخدام العلاقات التحويلية (التعدي) Transitivity. وتعني أنه لو كانت (أ) أكبر من (ب)، وأن (ب) أكبر من (ج)، فإن (أ) عندئذ تكون

أكبر من (ج). وهكذا يحدث تنسيق بين العلاقات، الأمر الذي يتحقق حول سن السابعة تقريبًا.

٣- القدرة على إدراك العلاقات الثنائية المؤدية إلى تسكين عنصر ما في مكان أو موضع معين. فإذا كان عنصر (ب) أكثر طولاً من العنصر الذي يليه (ج) فلابد أنه أيضًا أقل طولاً من العنصر الذي يسبقه (أ). أي أن (ب) أطول من (ج) ولكنه في نفس الوقت أقصر من (أ)، فتكون السلسلة هي: أ- ب- جـ. . . إلخ.

في الصفحات التالية نجد عرضًا مبسطًا لثلاث قضايا، هي: السلسلة الفردية- التماثل التسلسلي والترتيبي- التماثل بين الأعداد الترتيبية والأعداد الأصلية.

السلسلة الفردية: Singular Seriation

كما هو واضح من التسمية، فإن المقصود هنا هو قدرة الطفل على ترتيب مجموعة من العناصر، وفقًا لما يتوافر فيها من خاصية معينة، وذلك في أي من الاتجاهين (أي من الأطول إلى الأقصر أو من الأقصر إلى الأطول مثلاً). يحتاج الطفل للقيام بعملية السلسلة هذه أن تتوافر لديه المفاهيم والعمليات المعرفية المتخللة الثلاثة المشار إليها آنفًا. فمتى يمكنه، إذن، أن يقوم بعمل ذلك؟

للإجابة على هذا التساؤل علينا أن نحضر مجموعة من القضبان مختلفة الأطوال ونضعها أمام الطفل بشكل غير مرتب؛ وفي نفس الوقت نخفي بعض القضبان الأخرى عنه. نطلب من الطفل أن يقوم بترتيب القضبان الموجودة أمامه. إذا نجح في القيام بعمل ذلك نتيجة جهد منظم أو بالمحاولة والخطأ؛ نقوم بهدم السلسلة ونطلب منه أن يُعيد ترتيبها في الاتجاه العكسي. بعد ذلك نخرج له بعض القضبان التي كنا قد أخفيناها، وندعي أننا كنا قد نسيناها، ونطلب منه أن يضعها في موضعها الترتيبي الصحيح(*).

تشير نتائج الدراسة التي أجراها كوبلاند إلى أن الطفل في سن الرابعة أو الخامسة قد ينجح في حالات نادرة، بالمحاولة والخطأ في ترتيب بعض القضبان

(*) (انظر: Copeland,1979, p.q).

وفقًا لطولها، وذلك بعد جهد كبير. ولكن إذا ما تم هدم السلسلة، فإنه قد لا يستطيع إعادة تشييدها ثانية، لماذا؟ لأنه لا تتوافر لديه المفاهيم والعمليات المعرفية اللازمة للتعامل مع الموقف.

في سن الخامسة والسادسة يقوم الطفل بتشييد السلسلة بشكل جزئي أو عن طريق المحاولة والخطأ. أما إذا قمنا بإعطائه قضبانًا إضافية ادعينا أننا كنا قد نسيناها وطلبنا منه إدخالها في ترتيبها الطبيعي بين القضبان التي قام بسلسلتها؛ فإنه قد يواجه بعض الصعوبة.

وعندما يبلغ الطفل السادسة أو السابعة، فإن عملية الترتيب لا تمثّل له أية مشكلة، كما أنه يتعامل مع الموقف الخاص بإدخال قضبان إضافية بشكل سلس، فلا يجد صعوبة في وضعها في مكانها الترتيبي الصحيح.

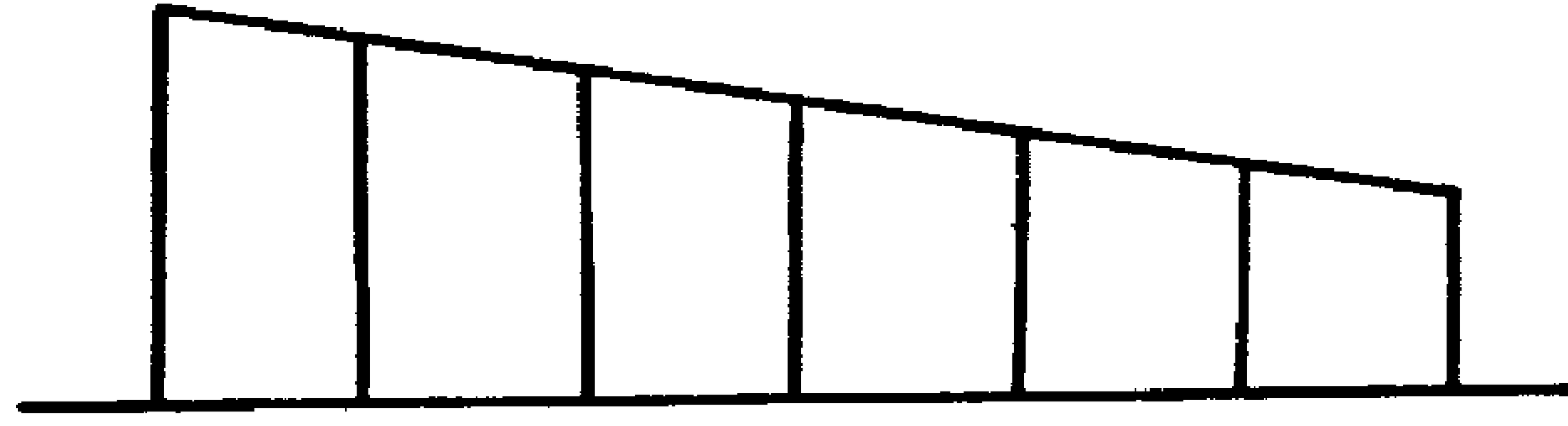
نود أن نشير إلى أن مسألة تحديد الأعمار التي يتمكن فيها الأطفال من سلسلة العناصر بشكل صحيح هي مسألة تقريبية، ذلك أنه إذا كان كوبلاند copeland قد حدد ما بين السادسة والسابعة لتنمو هذه القدرة لدى الطفل؛ فإن بياجيه و زمينسكا (Piaget and Szeminska,1941) كانا قد حددا سن الثامنة كسن ملائمة يستطيع فيها الأطفال القيام بهذه الترتيبات المتسلسلة بشكل صحيح.

أيضًا، نود أن نشير إلى ملاحظة أخرى أوردها جود(*) بخصوص السن التي يستطيع الطفل عندها أن يقوم بعملية السلسلة على نحو صحيح، حيث وجد أن هذه السن تختلف باختلاف طبيعة المهمة والمواد المتضمنة. فيها فعلى سبيل المثال، وجد أن قدرة الطفل على سلسلة الأوزان تتأخر عامين عن قدرته على سلسلة الأطوال، والحقيقة أن هذه الملاحظة ينبغي أن تؤخذ في الحسبان، ليس فقط في المهمات الخاصة بالسلسلة، وإنما أيضًا في المهمات الخاصة بالمفاهيم الأخرى.

دراسة أخرى كان بياجيه و مورف (Piaget and Morf,1958) قد أجرياها على أطفال تتراوح أعمارهم بين الرابعة والعاشرة، واستخدم فيها مجموعة من القضبان

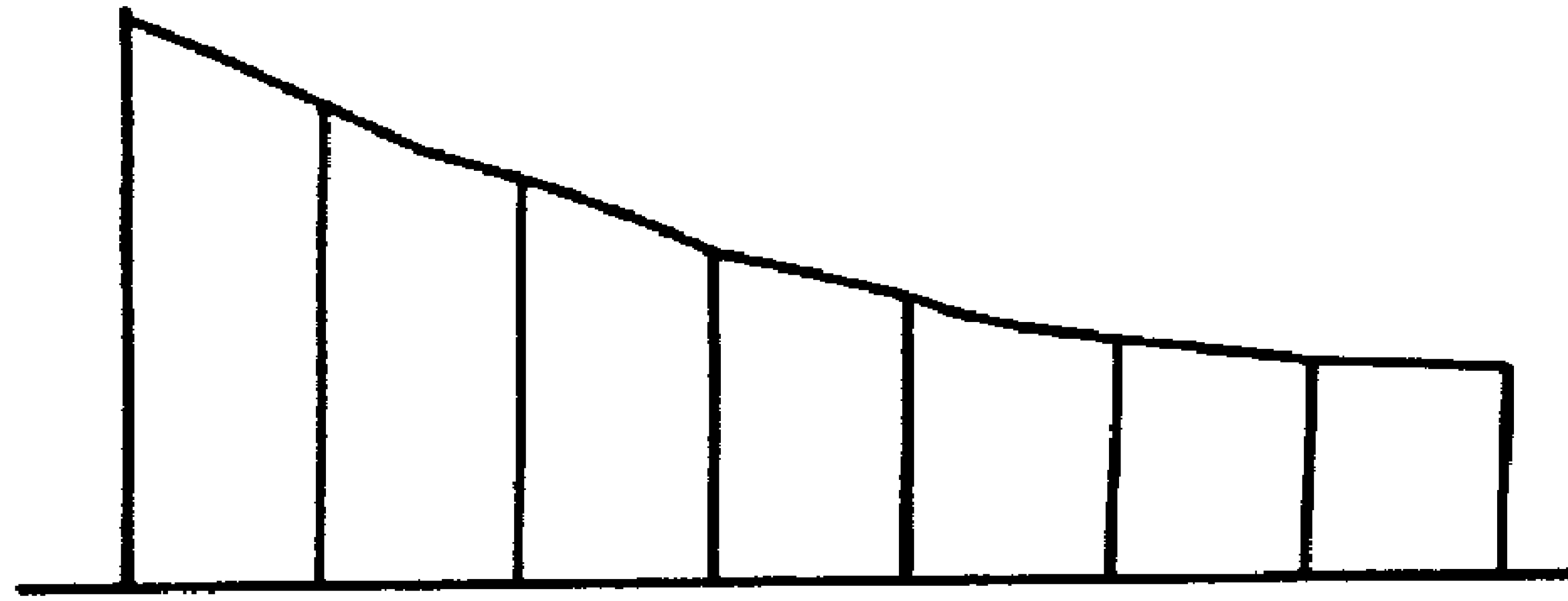
(*) (Good,1977.p.46).

التي تختلف أطوالـها بشكل منظم من قضـيب إلى آخر. بعض هذه المجمـوعات كانت فيها الفروق بين كل قضيب والذي يليـه متساوية؛ بحيث تشكل قمم قضبان السلسلة (عندما يـتم ترتيبها ترتـيبًا صحـيحًا) خطًا مـستقيـمًا، كمـا هو مبين في الرسم.



الخط بين قمم القضبان المرتبة مستقيم

مجموعات أخرى من القضبان كانت الفروق فيها بين كل قضيب وآخر بالشكل الذي يجعل قمم القضبان (عندما ترتب السلسلة ترتـيبًا صحيحًا) تأخذ شكل قطع مكافئ.



الخط بين قمم القضبان المرتبة مستقيم

طلب بياجيـه ومورف من الأطفال أن يشيـروا إلى شكل الخط الواصل بين قمم القضبان بعد ترتيبها في الحـالتين، فـوجدا أن الأطفـال فيما قبل سن التاسعـة أو العاشرة يُخفقون في عـمل ذلك، وذلك عندما كان يطلب منهم توضيح الفروق بين كل قضيب والذي يليه.

مـجمـوعـة أخـرى من التجـارب أجـرتهـا إنهلدر وبيـاجيـه (Inhelder and Piaget,1959) على السلسلة. كانت التجربة تتضمن تقديم عشرة قضبان، **يختلف** طول كل منها عن الذى يسبقه بمقدار ٨ سم. **وكان كل قضيب يتميز بلون مختلف** عن ألوان القضبان الأخـرى، وكانت القضبان **موضوعـة بغير ترتيب. كان يطللب** من الطفل أن يقوم برسم مجمـوعة القضبان **بعد أن يتخيل أنها مـرتبة**. وبعد **قيام** الطفل بالرسم كان يطلب منه أن يقوم بترتيب **القضبان في الواقع**.

النتائج التي توصلت إليها إنهلدر وبياجيه تبدو غريبة بعض الشيء، إذ وجدا أن الأطفـال في ما بين أربع وست سـنوات كانت لديهم القـدرة على توقع التـرتيب الصحيح للقضبان من خلال الرسومات التي قدموها بشكل أفضل من قدرتهم على ترتيب القضبان بشكل فعلي. قد يبدو هذا الأمر للوهلة الأولى متناقضًا مع سلسلة التطور المنطقي التي يمـر فيـها الأطفـال بشكل تتـابعي من المهمـات البسـيطة إلى المهمات الأكثر صعوبة. ومع ذلك، فإن بياجيه قد عزا ذلك إلى افتقار الأطفال في سن الخامـسة والسادسة إلى القـدرة على ممارسة التفكيـر الانعكاسي، الأمر الذي يجعلهم غيـر قادرين على إجراء عمليـات السلسلة بشكل إجرائي منظم في الواقع الفـعلي، بينما يسـتطيعـون القيـام بذلك عندمـا يقومـون بعمليـات السلسلة في رسومات. لماذا؟ لأن إجراء السلسلة بشكل منظم في الواقع يتطلب من الطفل قدرة على مقارنة كل عنصـر في السلسلة بالعنصر الذي يسبقه والعنصـر الذي يليه. أما بالنسبة لعملية رسم السلسلة، فإنـها تتطلب فقط رسم خط واحد بعد الخط السابق له، وذلك في اتجاه واحد. بمعنى آخر، فإن الرسم يتطلب فقط ممارسة عملية معينة في اتجاه واحد وليست انعكاسـية، بينما القيام بعمل سلاسـل فعلية يتطلب ممارسة تفكير انعكاسي ذي اتجاهين.

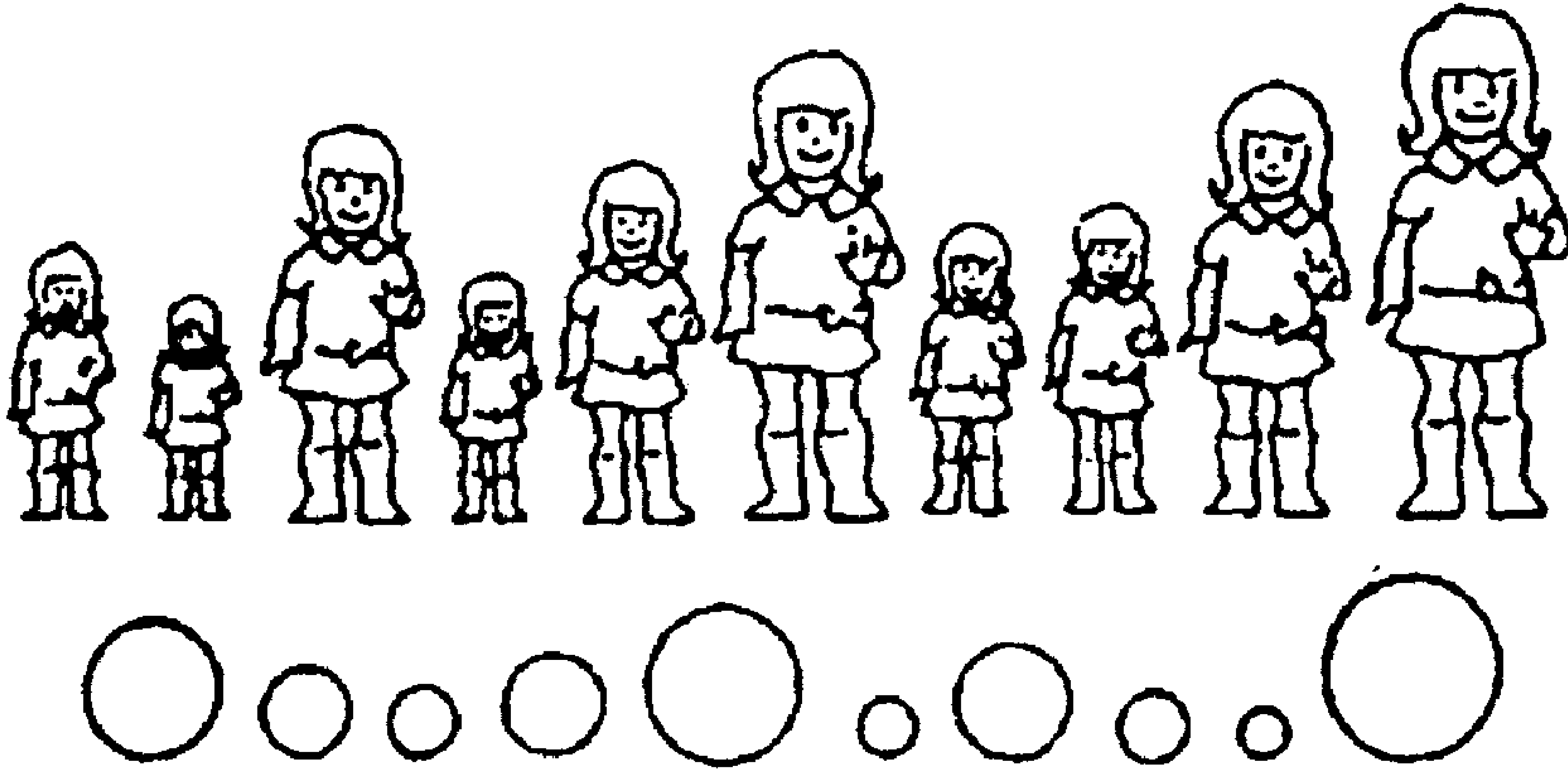
التماثل التسلسلي والترتيبي: Serial and Ordinal Correspondence

في الجزء الـسابق، كان الاهـتمام منصـبًّا على تـرتيب مجمـوعة من العـناصر (تصاعديًّا أو تنازليًّا) في سلسلة فردية. أما هنا، فالأمر أكثر تعقيدًا؛ حيث إن لدينا مجموعتين مختلفتين من العناصـر، كل مجموعة منها يمكـن ترتيبهـا تصاعـديًّا أو تنازليًّا. المطلوب هـنا أن يلتقط الطفل من إحدى المجـموعتـين عنصرًا يرى أنه مُناظِر لعنصر في المجموعة الثانية، وذلك في ضوء خاصية معينة.

إن التماثل التسلسلي والـترتيبي هو ببساطة التقاط عنصـر من صف (أو فئة ما) مناظر لعنصر آخر في صف آخـر (أو فئة أخرى)، وذلك في ضوء خاصـية معينة وهذا النوع من التـمـاثل يطلق عليـه تماثل واحـد -مقـابل- واحـد one-to-one correspondence. نحن معنيون هنا بـتعرف مدى قدرة الطفل على تشـييد سلسلة

مزدوجة، ومن ثم تحديد قدرته على تعرف مدى مماثلة أو مناظرة عنصر ما في إحدى السلسلتين مع عنصر آخر في السلسلة الأخرى.

ولتعرف مدى توافر هذه القدرة لدى الأطفال، يمكن استخدام مجموعتين من الأشياء (مثلاً: عشر دميات أحجامها مختلفة، وعشر كرات أحجامها مختلفة)(*) السؤال الأساسي المطلوب معرفة استجابة الطفل له هو: إلى أي مدى يستطيع الطفل تحديد الكرة المناظرة (من حيث الحجم) لدمية ما (من حيث الحجم أيضًا)؟



أوضح كوبلاند أن الأطفال فيما بين الرابعة والنصف والسادسة يقومون بترتيب الدميات بشكل عشوائي. ومع ذلك فإذا ما طُلب من طفل في الخامسة أن يحدد الكرة التي تناظر أكبر دمية؛ فإنه يشير إلى الكرة الصحيحة. ولكن عندما يطلب منه أن يكمل الصف؛ بحيث يكون مقابل كل دمية كرة مناظرة لها من حيث الحجم؛ فإنه لا يستطيع عمل ذلك.

الأطفال فيما بين السادسة والسابعة يستطيعون تحديد الكرات التي تناظر أكبر وأصغر دمية، ولكنهم لا يستطيعون تحديد الكرة التي تناظر دمية ما في وسط السلسلة (المرتبة الخامسة مثلاً).

عندما يبلغ الأطفال سن السابعة (تقريبًا) فإنهم يبدءون في استخدام خطوات إجرائية أو عقلية عند التعامل مع الموقف. فهم في هذه السن يفكرون في كل الدميات والكرات في نفس الوقت. كما أنهم لا يحتاجون إلى ترتيب الكرات في

(*) (Copeland,1979,p.96).

سلسلة، وإنما قد يقوم بعضهم بعمل التناظرات بشكل مباشر، وذلك بالتقاط أكبر كرة ووضعها مقابل أكبر دمية، ثم الكرة الأقل ووضعها مقابل الدمية الأقل (في الحجم)، وهكذا.

وعندما يطلب من الأطفال في هذه السن وما بعدها أن يحددوا الكرة التي تناظر دمية معينة (ترتيبها السادس مثلاً) فإنهم قد يستخدمون فكرة التماثل الترتيبي -أي عد الدمية في الوضع السادس، ثم اختيار الكرة الموجودة في الترتيب السادس في صف الكرات.

التماثل بين الأعداد الترتيبية والأعداد الأصلية:

Ordinal and Cardinal Carrspondence

الأعداد الأصلية هي تلك المعروفة (١، ٢، ٣، ٤ . . . إلخ) بينما الأعداد الترتيبية هي تلك التي تحدد رتبة عنصر ما بين مجموعة من العناصر. قد يحصل تلميذ ما على درجة ٩٥ من ١٠٠ في اختبار، ونجد أن هذه هي أعلى درجة في الصف فتصبح رتبة التلميذ هي «الأول».

ويمكن القول: إن استيعاب الطفل لفكرة التماثل بين الأعداد الترتيبية والأعداد الأصلية تعد أساسًا للاستيعاب المفاهيمي لفكرة العدد.

ولتعرف مدى استيعاب الأطفال لمفهوم التماثل بين الأعداد الترتيبية والأعداد الأصلية -تستخدم عشر قطع من الورق المقوَّى، طول كل منها يزيد عن السابقة لها بمقدار وحدة (مع تطابق العرض). فلو كانت القطعة الأولى (أ) طولها يساوي ١سم، مثلاً، فإن القطعة الثانية (ب) طولها يساوي ضعف طول (أ)، أي أن (ب) = ١+١=٢سم. وبطريقة مماثلة، فإن طول (ج) يساوي ثلاثة أضعاف طول (أ) أي ٣سم، وكذلك طول (د) يساوي أربعة أضعاف طول (أ)، وهكذا.

فإذا أردنا من الطفل أن يقوم بسلسلة تلك القطع الورقية من الأقصر إلى الأطول، فإننا نسأله: كم قطعة من (أ) تحتاجها لتساوي قطعة من (ب)؟ ثم من (ج)؟ ثم من (د)؟ وهكذا. ومن الطبيعي ألا نستخدم مع الطفل رموزًا مثل أ، ب، ج. وإنما نكتفي أن نشير إلى القطع بأيدينا.

السؤال الآن هو: هل الطفل يستوعب هذا النمط من العلاقات؟ لكي نتعرف على الإجابة عن هذا السؤال نطلب من الطفل أن يحدد عدد القطع الورقية من (أ) اللازمة لعمل قطعة واحدة من هذه (ولتكن القطعة ذات الترتيب السادس). لو أراد الطفل أن يأخذ القطعة (أ) ليقوم بمطابقتها عددًا من المرات على القطعة السادسة ليحصل على الإجابة المطلوبة؛ فإنه بذلك يكون غير مدرك للعلاقة بين العدد الترتيبي والعدد الأصلي، بمعنى أنه لا يدرك أن الوضع (الترتيب) السادس لعنصر ما في السلسلة يعني أن هذا العنصر يشتمل على ست وحدات من العنصر الأول. أما لو قام الطفل بالعد من القطعة (أ) حتى يصل إلى القطعة المشار إليها واستنتج أنها ينبغي أن تتضمن ست قطع من (أ)؛ فإنه بذلك يكون مدركًا للعلاقة بين العدد الترتيبي والعدد الأصلي، ذلك أنه عندما تكون البطاقة في الترتيب السادس (عدد ترتيبي)، فإن قيمة عددها الأصلي ينبغي أن تكون ستة.

يشير كوبلاند إلى أنه ليس قبل السابعة حتى يتمكن الأطفال من التعامل بشكل منظم مع الموقف.

***

ثانياً: العدد
Number

مقدمة:

إذا ما تتبَّعنا العرض الذى قدمناه في الصفحات السابقة، فإننا سوف نجد أن تناولنا للمفاهيم المتضمنة فيها (والخاصة بالتصنيف والسلسلة) كان يستند بدرجة كبيرة على أساس الخواص الطبيعية للأشياء. فالتصنيف يتم للأشياء وفقًا للونها أو حجمها أو شكلها، والسلسلة تتم للأشياء وفقًا لطولها أو ووزنها أو حجمها. أي أن الأصل فيها هو التعامل مع خواص طبيعية محسوسة.

وإذا ما جئنا إلى مفهوم مثل مفهوم «العدد» فإننا نجد أنفسنا أمام مفهوم مجرد abstract cooncept. ويوضح تقرير اليونسكو(*) ذلك الأمر بالإشارة إلى مثال بسيط يتلخص في أنه لو أن فردًا كان متضمنًا في حديث معين، وقال: أنا لم أر هذه الأشياء السبعة. فمن غير الممكن أن نعرف هذه الأشياء التي يشير إليها هذا الشخص. فقد تكون سبع صور، أو سبع شجرات، أو سبع عربات، أو أي سبعة أخرى. وهذا يعني أن استخدام الأعداد يعني أن خواص الأشياء لم تَعُد موضع اهتمام، ذلك أن كل هذه الأشياء يشار إليها كما لو أنها هي نفسها the same، أو إذا ما استخدمنا مصطلحًا آخر فإنها «متكافئة» equivalent. وهكذا، فإننا قد ابتعدنا عن الواقع (الحسي).

ولنفترض أن طفلاً ما -يواصل التقرير- يلعب باستخدام ثلاث مجموعات من الأشياء: مجموعة من أصابع الموز، مجموعة من الدُّمَى، ومجموعة من العملات المعدنية، وأن هناك نفس العدد من الأشياء في كل مجموعة. قام الطفل بعمل تناظر بين مجموعة الموز ومجموعة الدميات، وبين مجموعة الدميات ومجموعة العملات (تماثل تسلسلي وترتيبي) وذلك على أساس التناظر (واحد -مقابل- واحد). وفي ضوء ذلك اكتُشف أن عدد الأشياء في المجموعة الأولى هو نفسه

(*) (unesco unicef cedo, pp.21-22).

عدد الأشياء في المجموعة الثانية، وأن عدد الأشياء في المجموعة الثانية هو نفسه عدد الأشياء في المجموعة الثالثة. ومن خلال عملية المناظرة هذه، فإنه سوف يكتشف أن عدد الأشياء في كل مجموعة من المجموعات الثلاث- واحد (هو نفسه) the same، وذلك على الرغم من اختلاف هذه الأشياء في خواصها الطبيعية. ومن ثم تتكون لديه فكرة التماثل (الرتابة) the sameness، لو أنه قد تجاهل خواص الأشياء المتضمنة في كل مجموعة.

العدد، إذن، مفهوم مجرد. وهنا تجدر الإشارة إلى أنه لا ينبغي أن يحدث خلط بين «مفهوم العدد» the concept of number وبين «أسماء الأعداد» number names، أو «العد» counting، أو المهارات الحسابية الأخرى كالجمع والطرح، وغير ذلك. ذلك أن أسماء الأعداد أو العد أو المهارات الحسابية يمكن اكتسابها من خلال التذكر أو الترديد عن ظهر قلب مع قدر محدود من الاستيعاب للمفاهيم الأساسية المتضمنة في تلك المهارات.

أما بالنسبة لـ «العد»، فلكي يكتسب من قبل الطفل بشكل إجرائي، فإنه يتطلب فهمًا للتسلسل والترتيب وقدرة على التفكير الانعكاسي والتفكير الاحتفاظي وخبرات عملية متعددة. ووفقًا لبياجيه، فإنه يرى أن الفرد لكي «يعرف» know شيئًا ما؛ فإنه ينبغي أن يكون قادرًا على التعامل والتفاعل معه بشكل إجرائي act on it.

ولعل ذلك هو ما جعل بياجيه يؤكد أنه من الخطأ أن نفترض أن الطفل يكتسب مفهوم العدد والمفاهيم الرياضية الأخرى من خلال ما نقوم بتدريسه له عن تلك المفاهيم. وإنما، على العكس من ذلك، فإن الطفل يقوم بنفسه بتطوير تلك المفاهيم بشكل مستقل(*).

وعلى الصفحات التالية نتناول بالتوضيح بعض القضايا الخاصة بـ «مفهوم العدد» ونعرض عددًا من المهمات التي يمكن في ضوء استجابات الطفل لها وتفسيراته لهذه الاستجابات- أن نحدد ما إذا كان قد اكتسب مفهوم «العدد» بشكل عملياتي أم أن الأمر لا يعدو أن يكون أكثر من ترديد وتذكر.

(*) (piaget, 1953, p.74).

الاحتفاظ بـ «العدد»: Conservation of Number

لعله من المناسب أن نعيد التذكير بأن الاحتفاظ هو القدرة على إدراك أن خواص الشيء لم تتغير، حتى لو حدث تغيير ظاهري فيها أو في الشيء نفسه. في ضوء ذلك لا يمكن القول: إن طفلاً ما قد اكتسب مفهوم «العدد» بشكل إجرائي. ما لم تكن لديه القدرة على الاحتفاظ بـ «العدد».

السؤال الآن هو: هل هناك احتمال ألا يكون الطفل قادرًا على الاحتفاظ بـ«العدد»؟

للإجابة عن هذا التساؤل نقوم بإجراء مهمة بسيطة تتمثل في إحضار مجموعتين من الخرزات، عدد الخرزات في إحدى المجموعتين مساو لعدد الخرزات في المجموعة الثانية، ولكن لون الخرزات في المجموعة الأولى (أزرق مثلاً) مختلف عن لون الخرزات في المجموعة الثانية (أحمر مثلاً).

نقوم بوضع خرزات المجموعة الأولى (الزرقاء) في صف على المنضدة، وخرزات المجموعة الثانية (الحمراء) في صف موازٍ؛ بحيث تكون كل خرزة زرقاء مقابلها خرزة حمراء.

O	O	O	O	O	خرزات زرقاء
O	O	O	O	O	خرزات حمراء

نطلب من الطفل أن يفحص الخرزات الموجودة في المجموعتين، ثم نسأله: هل عدد الخرزات في المجموعتين واحد؟ لا نظن أنه سوف يجد مشقة في الإجابة بالإيجاب. نقوم بعد ذلك بإبعاد خرزات المجموعة الثانية (الحمراء)، وذلك على النحو المبين في الشكل التالي:

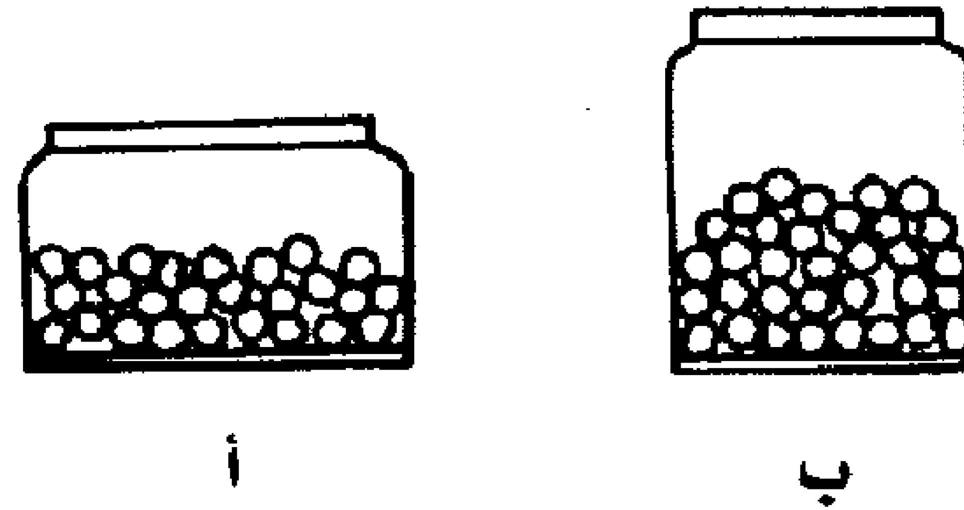
خرزات زرقاء: O O O O O

خرزات حمراء: O   O   O   O   O

هنا قد حدث تغيير ظاهري، حيث أبعدت الخرزات الحمراء عن بعضها. فهل يدرك الطفل أن عدد الخرزات يظل واحدًا رغم هذا التغيير الظاهري؟ إن الأمر يتطلب منه أن تكون لديه القدرة على ممارسة التفكير الاحتفاظي حتى يدرك أن العدد باق كما هو.

لقد وجد أن الطفل في سن الخامسة أو السادسة قد يتصور أن المجموعة ذات الخرزات المنتشرة (الحمراء) تتضمن عددًا من الخرزات أكبر من ذلك الذي تتضمنه المجموعة الأخرى (الزرقاء). إن ذلك يعني أن الترتيب المكاني للخرزات أو الحيز الذي تشغله من شأنه أن يؤدي إلى تغيير العدد. فعندما تنتشر الخرزات في حيز أكبر، فإن عددها (من وجهة نظر طفل ما قبل العمليات) يزداد. وهذا يعني أن أمثال هؤلاء الأطفال لم يبلغوا بعد المستوى العقلي الذي يمكنهم من الاحتفاظ بـ«العدد» حتى لو حدث تغيير ظاهري ما، تمثل هنا في نشرها على مسافة أكبر.

مهمة أخرى يمكن استخدامها لتعرف مدى قدرة الأطفال على الاحتفاظ بالعدد. في هذه المهمة يجلس الطفل وبين يديه كومة من الخرزات وأمامه وعاءان: (أ) (عريض ولكن ارتفاعه قصير)، (ب) (أقل اتساعًا ولكنه أكثر ارتفاعًا).



تبدأ المهمة بأن يقوم الطفل بوضع خرزة في الوعاء (أ)، يعقبها وضع خرزة في الوعاء (ب)، ثم وضع خرزة في الوعاء (أ) ثانية، يعقبها وضع خرزة في الوعاء (ب). وهكذا يتم وضع الخرزات بالتبادل في الوعاءين حتى تنفد الخرزات الموجودة مع الطفل.

هل يدرك الطفل في مرحلة ما قبل العمليات أن عدد الخرزات في الوعاءين سوف يكون واحدًا؟ الإجابة في الغالب هي بالنفي. لماذا؟ لأن هناك تغييرًا ظاهريًا قد حدث في الموقف، وهو أن أحد الوعاءين أكثر ارتفاعًا من الوعاء الآخر، ومن

ثم يتصور الطفل أن عـدد الخزرات في الوعاء (ب) الأكثر ارتفاعًـا أكثر من عددها في الوعاء (أ). الطفـل هنا غير قـادر على الاحتفـاظ بمفهـوم العدد، رغم أنه هو الذي قام بنفسه بوضع الخرزات بالتساوي في الوعائية. لقد انخدع بالتغيير الظاهري الحادث في اختلاف حجم الوعاءين.

مفهوم التكافؤ: Concept of Equivalence

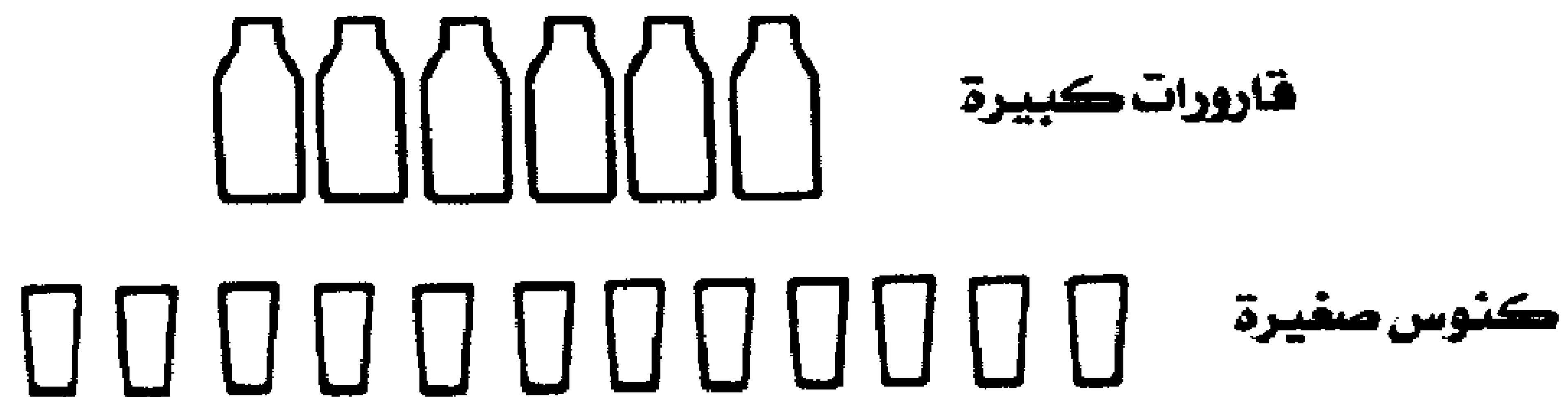
في الجزء السابق حـاولنا أن نتعرف على قدرة الطفل على الاحتـفاظ بـ «العدد» عندما تكون الأشياء المستخدمة من نوعية واحدة.

وفي الجزء الحالي، فإننا أيضًـا لا نبتعد كثيرًا عن فكرة الاحـتفاظ عندما ندرس مفهـوم «التكافؤ» أو التساوي. فنـحن هنا نتعامل مع مواقف أشـبه بتلك التي كنا نتعامل مـعها في التماثل التـسلسلي والترتيبي، مع اختلاف التـساؤلات التي تُقدم للطفل. فعندما نقول: إن مـجموعتين من الأشياء «متكافئـتان». فإننا نقصد بذلك أن تكون الفئتـان مشتملتين على نفـس العدد من الأشياء، بغض النظر عن كيـفية ترتيبها في كلتا الفئتين.

ولمزيد من التوضيح، فإننا سوف نعرض مهمات تكون فـيها الفئتان مختلفتين، ثم مهمات تكون العناصر المتضمنة في فئاتها من نوع واحد.

أ- عندما تكون عناصر إحدى الفئتين مختلفة عن عناصر الفئة الأخرى:

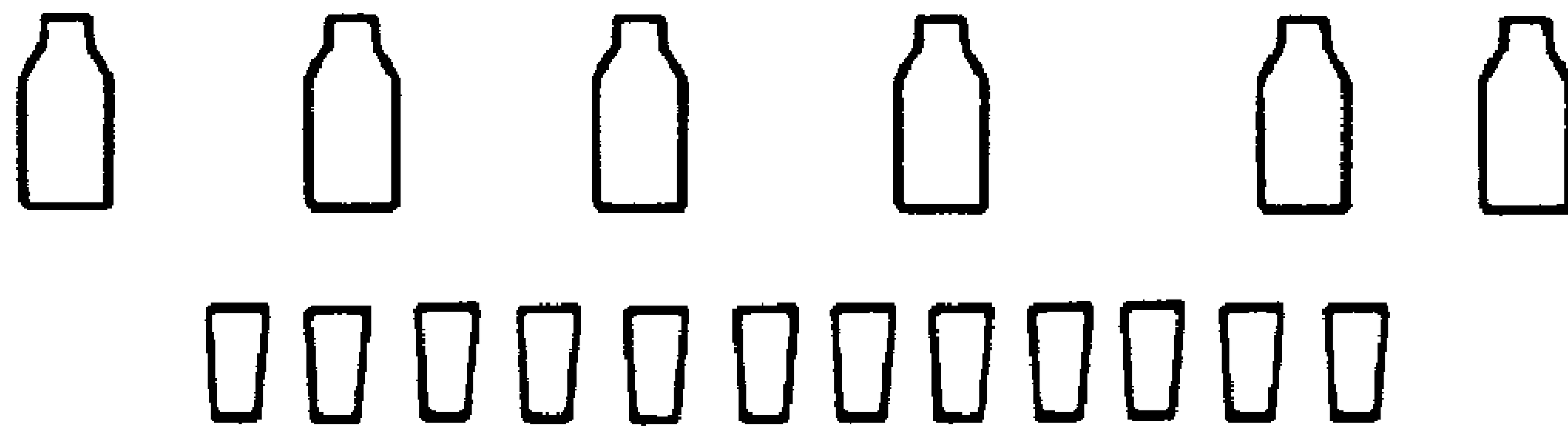
استخدم بيـاجيه مجموعة (فئـة) مكونة من ست قارورات حجمها كبـير، وفئة أخرى مكونة من اثني عشر كأسًا زجاجيًّا صغيرًا، كما هو مبين:



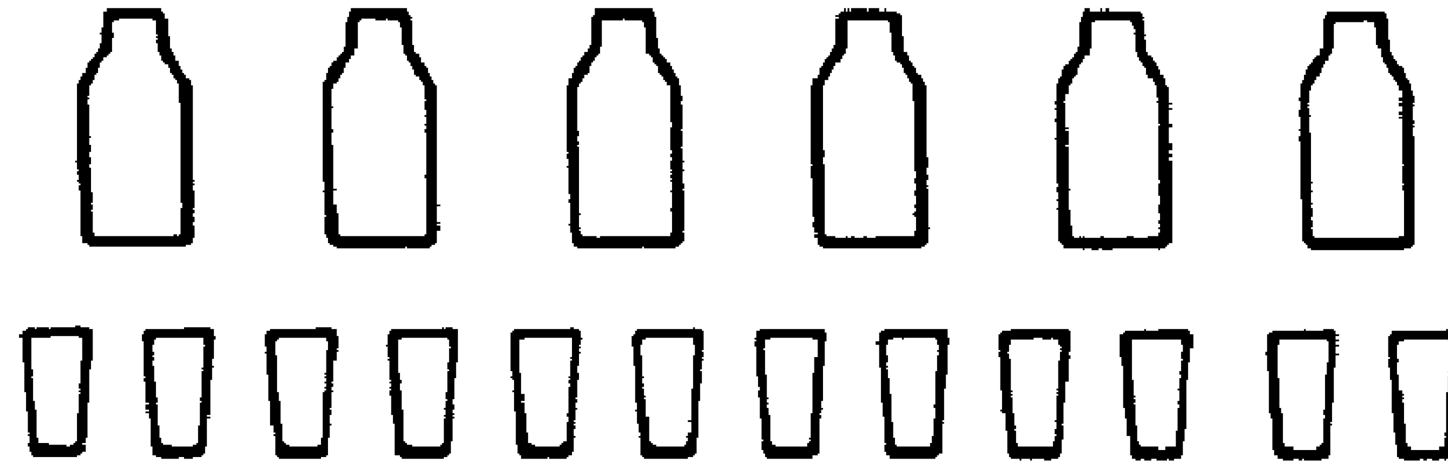
يطلب من الطفل القيـام ببعض الأشياء، مثل أن نطلب منـه أن يلتقط عددًا من الكئوس يساوي عدد القارورات، أو أن يلتقـط كأسًا مقابل كل قارورة. الطفل في

سن الرابعة أو الخامسة لا يستطيع مزاوجة الأشيـاء في فئة معينة مع الأشياء في فئة أخرى. فـعندما نطلب منه أن يلتقط عـددًا من الكئوس مساويًا لعـدد القارورات، فإنه يأخذ كل الكئوس ويضعها بالقرب من القارورات.

وعندما تقوم بإبعاد القارورات عن بعضها بحيث تنتشر في حيز أكبر من الحيز الذي تشغله الكئوس (على النحو المبين أدناه)، فإذا سـألناه ما إذا كان عدد الكئوس أكبر أم عدد القارورات؟ فإنه يتصور أن عدد القارورات أكبر، منخدعًا بالانتشار المكاني لها.



وإذا ما طلبنا منه أن يضع كأسًا في مقابل كل قارورة؛ فـإنه يقوم بتشييد صَفَّين طولهما واحد على النحو التالي:



فهو يرى الآن أن عدد الكئوس قد أصبح مساويًا لعدد القارورات.

لا يختلف حال الـطفل في سن السادسة تقريبًـا عن حال الطفـل في الرابعـة أو الخامسة.

فمـا زال التفكير الاحتـفاظي عنده لم يكتسب، وبالـتالي فإنه يخدع بالانتـشار المكاني للقـارورات، وبالتالي فـإنه يرتكب أخطاء مماثلة لتـلك التي يرتكبهـا طفل الرابعة أو الخـامسـة، إلا قليلاً. إنه -أي طفل السـادسة- قد يكتـشف عن طريق المحاولة والخطأ أن استجابتـه لم تكن صحيحة فيحاول تصويبهـا، فهو يتصور في البداية أن الأشـياء المنتشـرة في حيز أكـبر يكون عددهـا أكبر، ولكن عندمـا يقوم بعملية المناظرة (واحد -مقابل- واحد) يكتشف الخطأ ويقوم بتصويبه.

عندما يبلغ الأطفال مرحلـة العمليات الحسية في سن السابعـة تقريبًا، فإن فكرة التماثل (واحد -مقابل- واحد) تكون قد نضجت واكتملت، ومن ثم فكرة التكافؤ الدائم Lasting Equivalence. هم لا ينخـدعـون بأي تغيـيـرات في التـرتيبـات المكانية؛ لأنهم قد أصبحت لديهم القدرة على ممارسة التفكير الاحتفاظي، ومن ثم تجاوزوا مرحلة الاعتماد على الحدس أو الانطباعات الحسية. لقد أصبحوا يمارسون عمليات عقلية أصيلة.

هذا هو الحال عندما تكون الفئتان متتامتين (أي أن الأشياء الموجودة في فئة منها تتمِّم الأشـياء الموجـودة في الفئـة الأخرى). فمـاذا يكون عليه الوضـع لو كانت الأشياء المتضمنة في الفئتين من نوع واحد؟ هذا ما سنتناوله في السطور التالية:

ب- عندما تكون الأشياء المتضمنة في الفئتين من نوعية واحدة:

في المهمات المرتبطة بهـذه النقطة، فإن عناصر الفئات تكون من نوعـية واحدة، كأن تكون أزرارًا أو حبات فول أو خـرزات. والأكثر أهمية من ذلك هو أنه -بدلاً من إعطاء الطفل فئـتين محددتين من الأشيـاء ليتعامل مـعهما كمـا كان الحال في الجزء السابق- كان يشاهد فئة مـعينة مكونة من خمسة عشر زرارًا، ونطلب منه أن يلتقط مثل هذا العدد من فئة أكبر موجودة أمامه.



يميز كوبلاند ثلاث مراحل من تعاملات الطفل مع هذه المهمة(*):

١- **الأولى**: وتكون في سن الرابعة أو الخامسة تقريبًا، وفيها يقوم الطفل بالتقاط الأزرار من الفئة الأكبر بشكل عشوائي دون أن يهتم بعددها ويضعها بشكل يحاول فيه أن يحاكي النمـوذج الأصلي. فإذا ما سألناه عن عدد الأزرار الخمـسة عشر في النموذج فـإنه لا يعرف. وإذا سألناه عن السـبب الذي يجعله مقـتنعًا بأن الفئـتين متساويتان فإنه يقول: إنه قد رآهما متساويتين وتأكد من ذلك.

(*) (Copeland,1979,p.116).

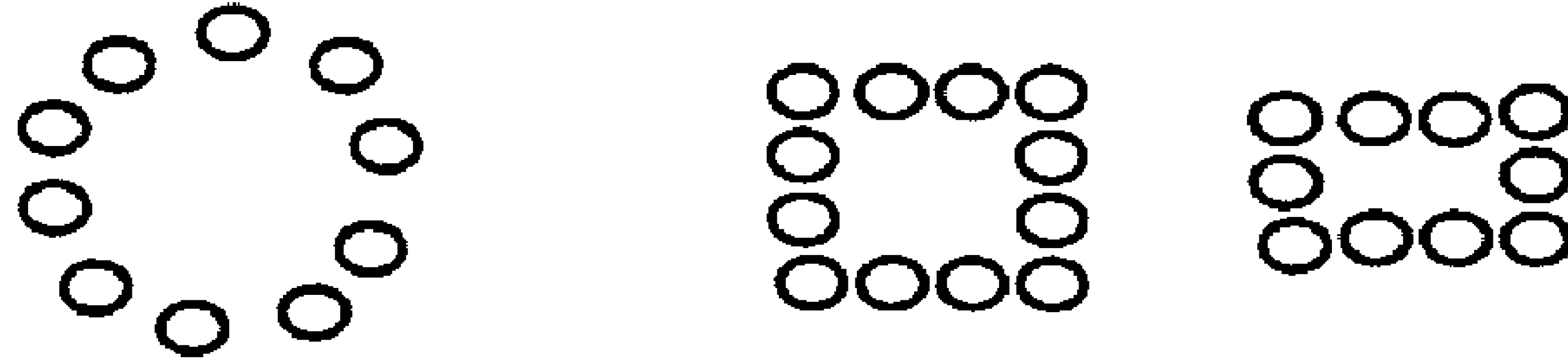
من الواضح، إذن، أن فكرة المزاوجة (واحد -مقابل- واحد) لم تكتمل عند هذا الطفل، وبالتالي فإنه لا يعرف معنى أن تكون فئتان معينتان متساويتين. فهو لا يزال يفكر أن هناك أكثر وأقل، مستندًا في ذلك إلى الحيز الذي تشغله كل فئة من الفئتين. وحتى لو كان الطفل في هذه السن يستطيع العدَّ فإنه يؤدي العمل دون فهم جوهري أصيل. وهكذا، فإن اثني عشر عنصرًا يمكن أن تساوي خمسة عشر عنصرًا لو احتلت نفس الحيز الذي تحتله العناصر الخمسة عشر. وإذا ما دققنا فيما يقوله الطفل، فإنه سيتضح أنه عندما يقول لنا: إن الفئتين هما نفس الشيء أو متساويتان. فإنه يقصد بذلك الحيز (وليس عدد العناصر) الذي تحتله الفئتان.

٢- **الثانية:** تكون في سن السادسة تقريبًا، وفيها يستطيع الطفل التقاط نفس العدد من الأزرار (خمسة عشر زرارًا) ووضعها في حالة تماثل (واحد -مقابل- واحد) مع عناصر الفئة الأصلية. إلا أنه إذا تم نشر عناصر إحدى الفئتين بحيث تشغل حيزًا أكبر، فإنه في هذه الحالة لا يكون متأكدًا من تساوي عدد العناصر في الفئتين. أي أنه يعتمد على المحاولة والخطأ، ومن ثم تكون استجابته في إحدى المرات صحيحة وفي مرة أخرى خاطئة، ويعتمد على مدركاته الحسية بدرجة كبيرة.

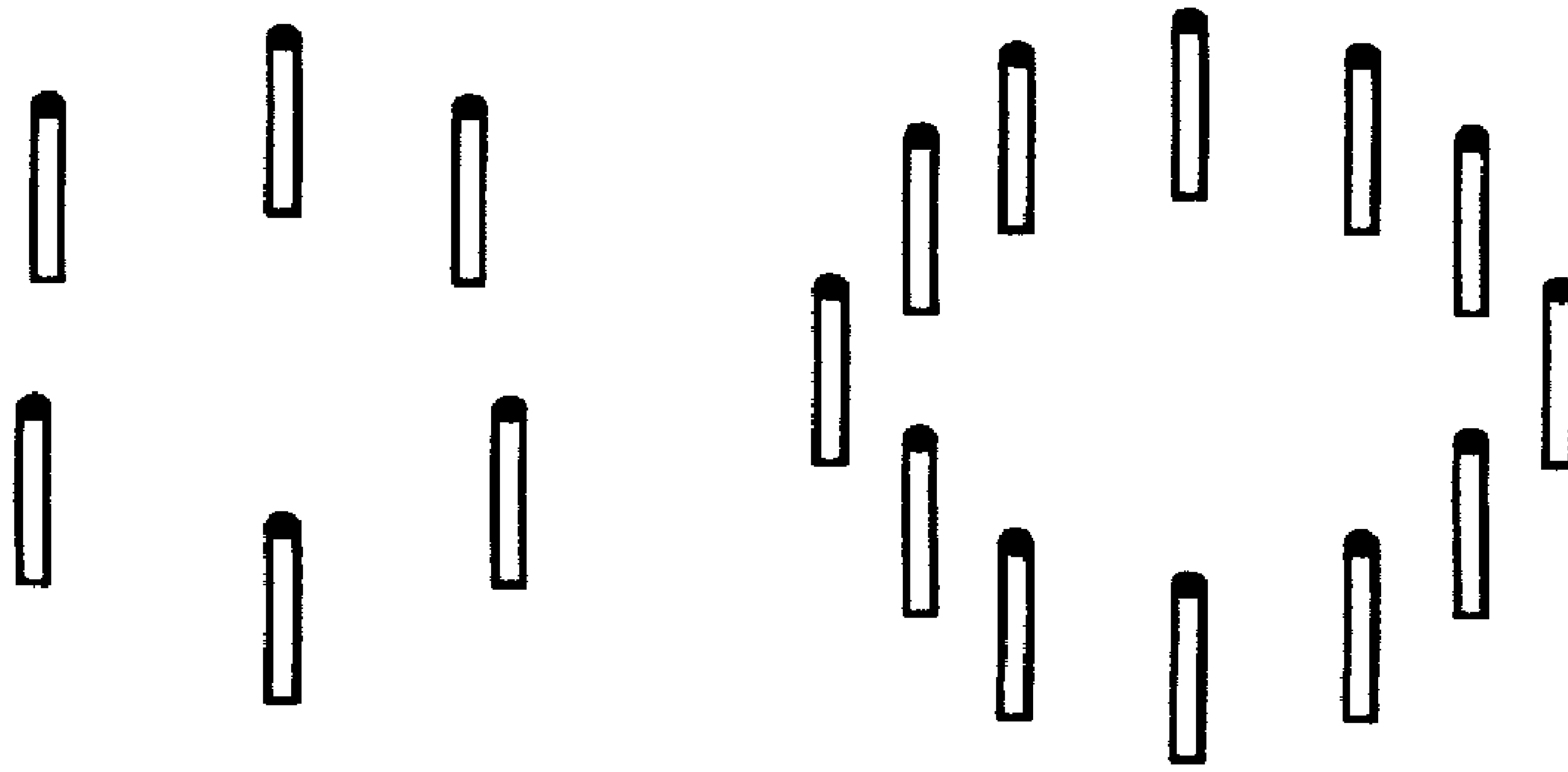
٣- **الثالثة:** وتكون في سن السابعة أو الثامنة تقريبًا. في هذه السن يكون الطفل قد بلغ مستوى التفكير العملياتي الحسي، ومن ثم فإنه يدرك أن عدد العناصر في الفئتين يبقى كما هو دون تغيير حتى لو حدث تغيير يتصل بالحيز المكاني الذي تشغله عناصر إحدى الفئتين. عندئذ يكون الطفل قد استوعب فكرة التكافؤ أو التساوي الدائم Lasting equivalence.

يمكن التعبير عن هذا الوضع على النحو التالي:

على غرار المـهمة المذكـورة يمكن تقديم مـهمـات أخرى للطفل لنعـرف كيف سيتـعامل مع عناصره، فمـثلاً، يمكن أن نقدم له أشكالاً مغلـقة في صورة دوائر ومربعات مكونة من عملات نقدية، ونطلب منه باستـخدام مجموعة من العملات النقدية الموجودة أمامه أن يحاكي هذه الأشكال المغلقـة، ونسأله عن سبب استجابته بشكل معين.



يمر الطفل في تعامله مع المهمة بمراحل كتلك التي سبق توضيحها. ففي مرحلة ما قبل العـمليات إذا ما طُلب من الطفل أن يحاكي الدائرة المبـينة (مكونة من عشر قطع معدنـية)؛ فإنه قد يستـخدم أربع عشرة قطعـة معدنية. وبطريقـة مماثلة، فإنه بالنسبة لدائرة مكونة من ستـة عيدان ثقاب يقوم بتشيـيد دائرة مكونة من اثني عشر عودًا لكي يحاكي الدائرة الأصلية.



لا يكتمل استيعاب الطفل للموقف قبـل بلوغه مرحلة العمليات الحسية في سن السابعة أو الثامنة، كما سبق أن أسلفنا.

مستويات العد: Levels of Counting

في ضوء ما سبق، يمكن القول: إن مستويات العد ثلاث رئيسة، هي:

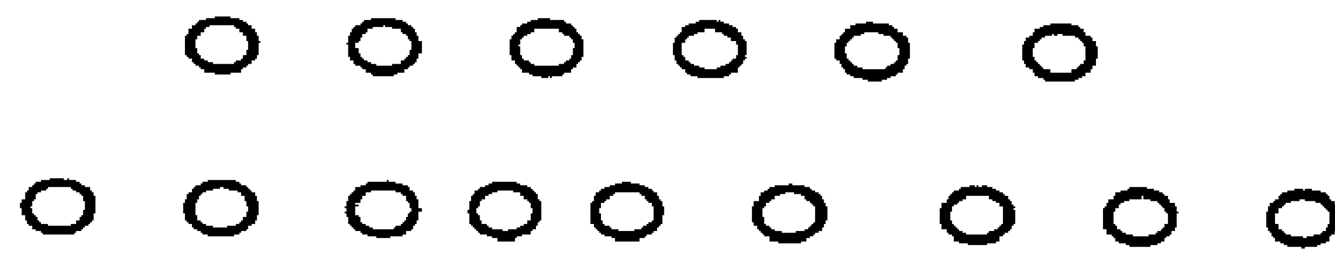
١ - العد الترديدي: Rote Counting

وهو ذلك المسـتوى الأدنى في العـد والذي يؤدي إلى اكتـساب الطفل أسـماء

الأعداد. فقبل أن يلتحق الطفل بالمدرسة، فإن الأبوين يعلمان الطفل ترديد أسماء الأعداد: واحد، اثنان، ثلاثة، أربعة... وهما يتصوران أنه قد تعلم «العد»، ولكن الحقيقة أنه قد ألمَّ فقط بأسماء الأعداد التي يرددها.

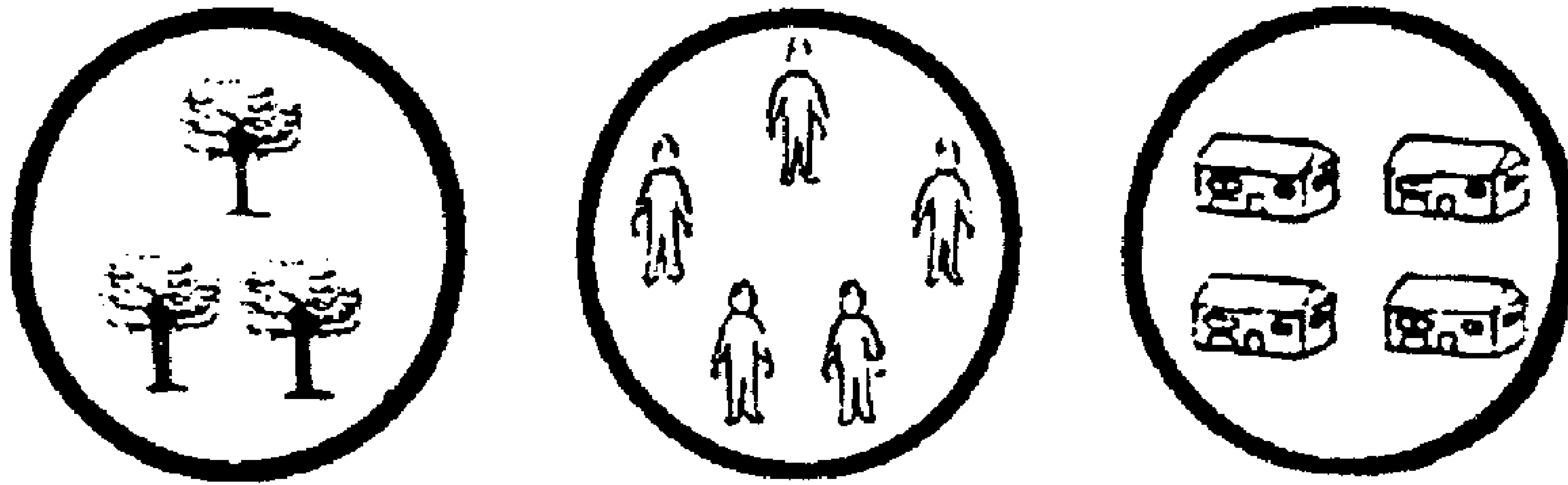
٢- العد المنطقي: Rational Counting

إن اكتساب الطفل فكرة التماثل (واحد -مقابل- واحد) تعد مؤشرًا قويًا على أنه قد بلغ مستوى التفكير العملياتي. وحتى يتحقق ذلك، فإنه ينبغي علينا أن نبدأ مع الطفل من سن مبكرة (الرابعة أو الخامسة) فنقدم له أنشطة وخبرات تمكّنه من اكتساب فكرة التماثل (واحد -مقابل- واحد). فقد نعرض أمامه صفًا من الأشياء، يتكون من ستة أزرار، ونطلب منه أن يُشيِّد صفًا من الأزرار مثله، وذلك باستخدام كومة أكبر من الأزرار الموجودة.



مثل هذا النشاط وغيره يسهم في نقل الطفل بسلاسة من مرحلة العد الترديدي إلى مرحلة العد باستخدام التكافؤ الدائم.

بالإضافة إلى ذلك، فإننا في حاجة إلى أن يمارس الطفل «العد المنطقي»، والذي يتم فيه مزاوجة أشياء في فئات معينة بأسماء الأعداد المقابلة لها، وذلك على النحو الذي توضحه المشاهد التالية:



مطلوب من الطفل هنا أن يربط بين أعداد العناصر الموجودة في كل شكل وبين أسماء الأعداد التي تقابلها (٣ أو ٥ أو ٤).

٣- العد باستخدام التكافؤ الدائم (الاحتفاظ بالعدد):

Counting with Lasting Equivalence (Conservation of Number)

عند هذا المستوى، فإن الطفل لا ينخدع بالتغيير المكاني الذي يحدث لعناصر إحدى الفئتين، ذلك أن التفكير الاحتفاظي قد نضج لديه بما يمكِّنه من إدراك أن عناصر الفئة الأولى تساوي عددياً عناصر الفئة الثانية، حتى لو حدث انتشار مكاني لعناصر إحدى الفئتين. . إن علاقة التماثل (واحد -مقابل- واحد) قد اكتملت هنا.

وعند هذا المستوى فقط يمكن القول بأن الطفل قد اكتسب مفهوم العدد بشكل إجرائي.

خاتمة:

تناولنا في الصفحات السابقة مفهومي السلسلة والعدد. وفي ضوء ما تناولناه من توضيح مفاهيمي ومن عرض لمهمات، فإن المؤشرات الخاصة ببلوغ الطفل مرحلة الفهم الإجرائي لمفهومي السلسلة والعدد يمكن تلخيصها على النحو التالي:

١- عندما يقوم بتشييد سلسلة فردية على نحو صحيح في أي من الاتجاهين.

٢- عندما يقوم بممارسة العمليات الخاصة بالتماثل التسلسلي والترتيبي على نحو سليم.

٣- عندما يستطيع أن يماثل بين الأعداد الترتيبية والأعداد الأصلية.

٤- عندما يستطيع ممارسة التفكير الاحتفاظي عند التعامل مع المواقف الخاصة بمفهوم «العدد».

٥- عندما يستخدم مفهوم التكافؤ (سواء باستخدام فئتين إحداهما تضم عناصر مختلفة عن عناصر الفئة الأخرى، أو باستخدام فئتين تشتملان على عناصر من نوعية واحدة) بشكل يعكس قدرته على استخدام التفكير الاحتفاظي وعدم الانخداع بالتغييرات المكانية التي تحدث في عناصر إحدى الفئتين.

٦- عندما يتعامل مع الأفكار الخاصة بالعدد وفقًا لمفهوم التكافؤ الدائم.

الفصل السادس

المفاهيم الخاصة بالحيِّز

Space Conceptes

أولاً: الحيِّز الطوبولوجي
Topological Space

مقدمة:

في الصفحات السابقة كان الاهتمام الرئيس منصباً على الكيفية التي يصنف بها الطفل الأشياء ويرتبها، وذلك في ضوء خواص معينة طبيعية كانت أم مجردة (كما هو الحال مع مفهوم العدد).

ونحن هنا نبدأ جولة أخرى نتعرف من خلالها على الكيفية التي يستكشف بها الطفل العلاقات المكانية التي يرى بياجيه أن استكشافها ليس أقل أهمية من استقصاء مفاهيم العدد عند الطفل. هذه العلاقات المكانية هي ما يطلق عليها الهندسة العفوية أو التلقائية الخاصة بالطفل، فللطفل عالمه الخاص وطريقته التي يستكشف بها العلاقات المكانية.

ومن الناحية العلمية، فإن الهندسة هي ذلك الفرع من الرياضيات المختص بدراسة وضع أو مكان الأشياء في الفراغ. وأكثر أنواع الهندسات ارتباطًا بخبرات الأطفال هي: الطوبولوجي، والهندسة الإقليدية، والهندسة الإسقاطية، وعمليات القياس.

الغريب في الأمر أن الترتيب الذي تمر به عملية تطور المفاهيم الهندسية لدى الطفل تتجه، كما يوضح بياجيه، في عكس الترتيب الزمني التاريخي لاكتشاف تلك المفاهيم(*). بمعنى آخر، فإن خبرات الطفل الأولى بالهندسة ترتبط بالطوبولوجي، بينما من الناحية التاريخية، الهندسة الإقليدية هي الأقدم باعتبار أنها قد اكتشفت أولاً. وينعكس هذا الأمر على الكيفية التي تقدم بها الهندسة للأطفال في المدارس؛ حيث إنهم يبدءون أولاً بدراسة الهندسة الإقليدية، ويلي ذلك دراسة أنواع الهندسات الأخرى.

وربما كان سبب تقديم الهندسة الإقليدية على غيرها من الهندسات هو افتراض أن أول تصور للطفل عن المكان هو التصور الإقليدي، إلا أن بياجيه يرى عدم

(*) (Piaget, 1953, p. 75)

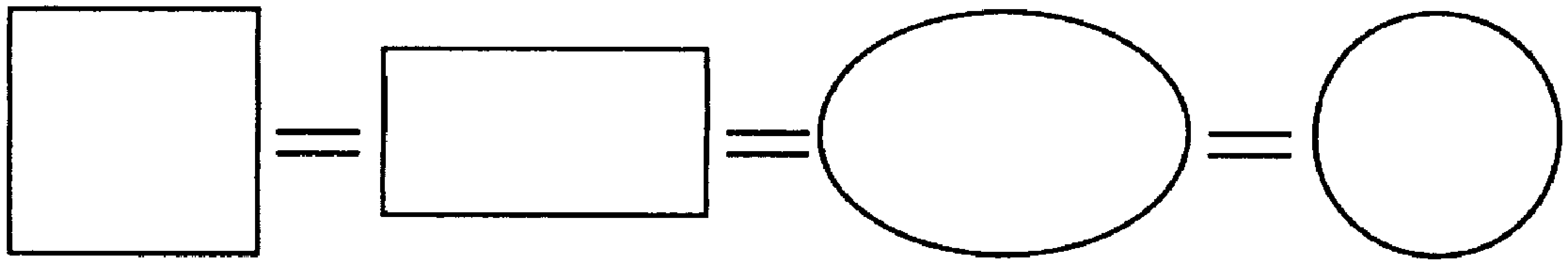
صحة هذا الافتراض باعتبار أن المفاهيم الأولى للطفل عن المكان، من وجهة نظره، هي مفاهيم طوبولوجية.

وفي الصفحات التالية نجد عرضًا مصحوبًا بمهمات، للكيفية التي تنمو بها المفاهيم الطوبولوجية لدى الأطفال، مبتدئين بتقديم معنى الطوبولوجيا، ويلي ذلك العلاقات المتضمنة في الطوبولوجيا مثل القرب، والترتيب، والفصل، والتطويق، والتواصل، واللانهائية.

ما المقصود بـ «الطوبولوجيا» Topology ؟

يعرِّف قاموس المورد «الطوبولوجيا» على أنها الهندسة اللاكمِّية أو اللامقدارية، بمعنى أنها فرع من الرياضيات يُعنى بدراسة موقع الشيء بالنسبة إلى الأشياء الأخرى (لا بالمسافة أو الحجم). كما يطلق على «الطوبولوجيا»، أيضًا، هندسة «الألواح المطاطة»(*) Rupper Sheet Geometry، والتي تقوم على أساس أن الأشكال تكون متكافئة من المنظور الطوبولوجي. طالما أن اللوح المطاطي لم يمزق ولم يتجزأ.

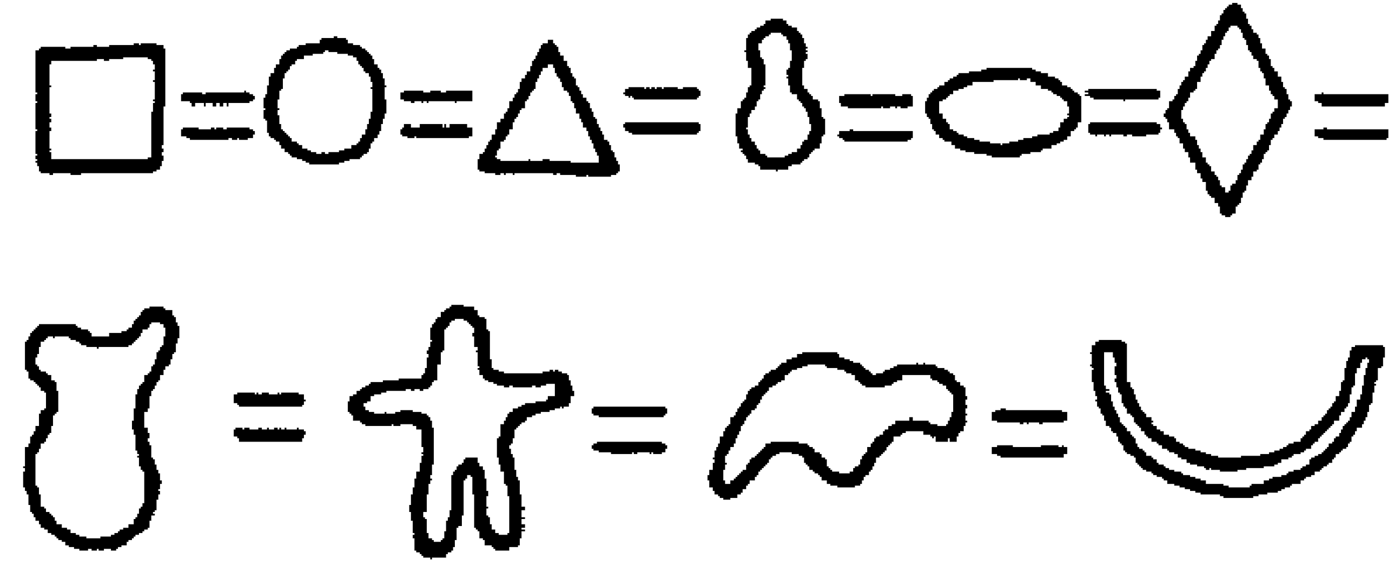
فلو تصورنا، مثلاً، أن أحضرنا حلقة مطاطية (كتلك التي تستخدم في تحزيم رزم الأوراق المالية) على شكل دائرة، فإننا يمكن أن نشكلها بين أصابعنا لتصبح على شكل مربع أو مستطيل أو مثلث أو قطع مكافئ، وذلك على النحو التالي:



إذا فحصنا هذه الأشكال من منظور الهندسة الإقليدية (هندسة الأشكال الصارمة أو الجامدة أو الثابتة) التي يتم تقديمها في المدارس، فإن كل شكل فيها مختلف عن الأشكال الأخرى من حيث الزوايا والانحناءات والأطوال، وبالتالي فإنها ليست متكافئة مع بعضها. ولكن إذا نظرنا إليها من المنظور الطوبولوجي فإنها متكافئة، لأن كل ما قمنا بعمله هو إعادة تشكيل الحلقة المطاطية دون أن نمزقها أو نجزِّئها. وطالما حدث ذلك، فإنها تكون متكافئة طوبولوجيًا.

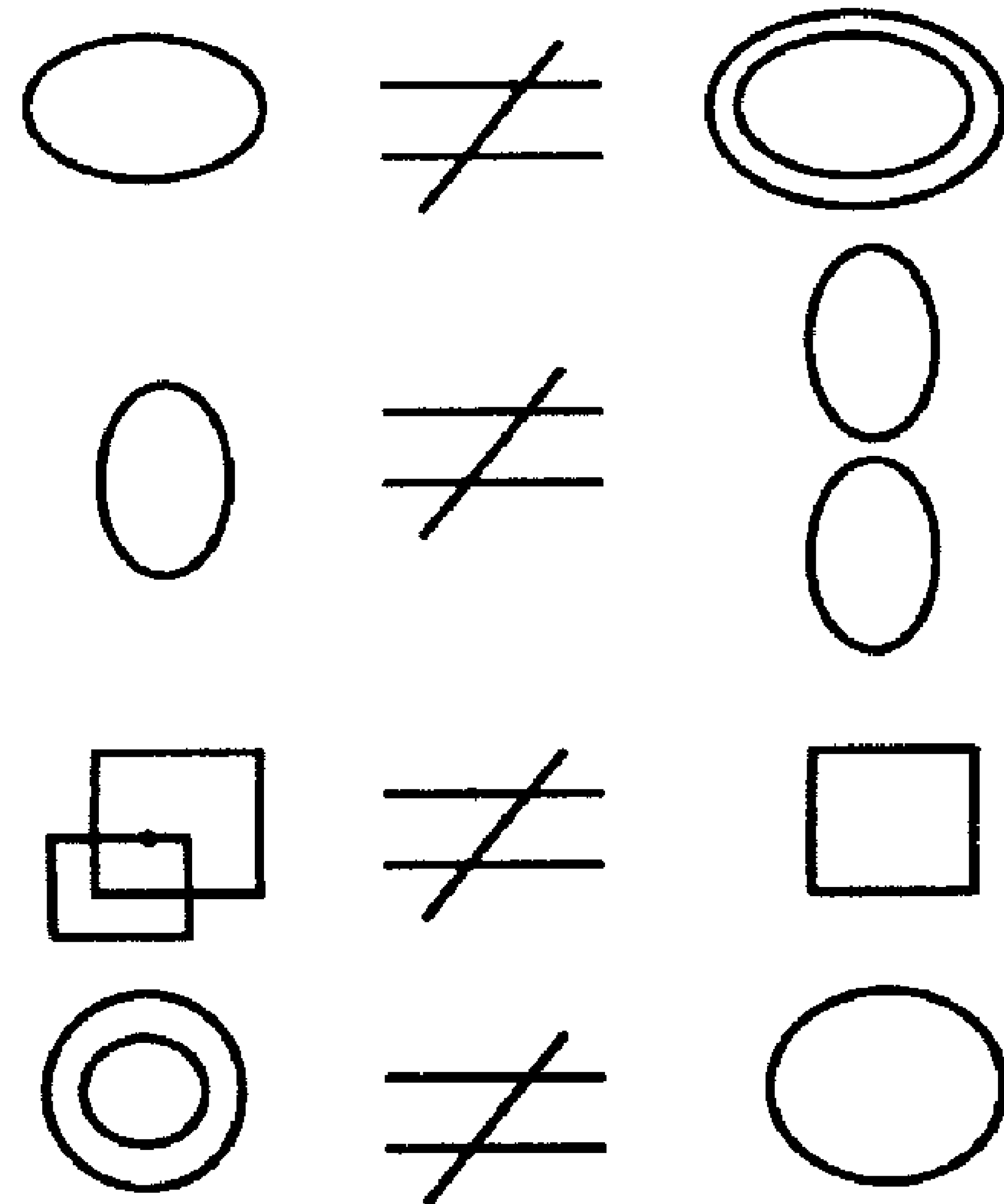
(*) (Good, 1977, p. 56).

وبطريقة مماثلة، فإن المكعب يكون مكافئًا للكرة طوبولوجيًّا، وكوب الماء مكافئًا لحوض السباحـة. والشكل التالي يتضمن أمثلة لأشكال مغلقـة متكافئة من المنظور الطوبولوجي:



الأمثلة الموضحـة أعلاه تبين أن الحلقة المطاطية يمكن ضغطـها أو بسطها لتكوين أشكال متـعددة. وطالما أننا لم نمزق اللوح أو نقوم بتـجزئته، فإن جـميع الأشكال تكون مـتكافئـة مع بعضـها طوبولـوجيًّـا. علينا أن نلاحظ أن الزوايا والمسافـات والأطوال والأضلاع وما شابه ذلـك لا علاقة لها بتقرير ما إذا كـان شكلان معينان متكافئين طوبولوجيًّا أو لا.

ولمزيد من التوضيح، فلنقـم بفحص النماذج المتضمنة في الشكل التـالي لنتأكد أنها ليست متكافئة من المنظور الطوبولوجي:



بعد هذا التـوضيح لمعنى «الطوبولوجـيا» وللكيـفية التي يمكن بـها للأشكال أن تكون متكافئة طوبولوجـيًّا (رغم أنها ليست متكافئـة من المنظور الإقليدي) أو غير

متكافئة طوبولوجيًّا، فإننا نتساءل الآن: ما الذي يعنيه ذلك بالنسبة للطفل؟ وما موقعه بالنسبة لهذه الأنواع من الهندسات؟(*)

إننا لو تتبعنا انطباعات الطفل الأولى عن المكان أو عن البيئة من حوله لوجدناها تتسم باللانظامية. فالأشكال تغدو وتروح أمامه كما لو كانت في لوحة متحركة. إنه يحاول أن يمسك بزجاجة الحليب ولكن لا يعرف كيف يعدل وضعها حتى يضع الحلمة في فمه. كما أنه قد يمسك بشيء ما، ولكن لا يُعرف على وجه التحديد المكان الذي ينبغي أن يقبض عليه بيديه. حركته، إذن، تتسم بالعشوائية.

ما قصدنا أن نوضحه هنا أن الشكل، بالنسبة للطفل ليس شيئًا جامدًا أو صارمًا، وإنما هو شيء متغير. فالباب يختلف في شكله عندما يكون مفتوحًا عن شكله وهو مغلق. والأم تبدو مختلفة في شكلها عندما يتغير وضعها بالنسبة له اقترابًا أو ابتعادًا، يمنة أو يسرة، إلى الأمام أو إلى الخلف.

نود فقط أن نشير هنا إلى أننا في الهندسة الإسقاطية التي سنتناولها في مكان لاحق سوف نعرف أن الأشياء «تبدو» لنا مختلفة عندما يتغير وضعها. وهو أمر مختلف عما يحدث مع الطفل؛ لأن ما يحدث مع الطفل أن نظرته إلى الشيء تكون مطلقة، أما في الهندسة الإسقاطية، فإننا نتعامل مع الأشياء في ضوء علاقاتها بأشياء وأوضاع أخرى في المكان.

وفي الهندسة الطوبولوجية، فإن الأشكال ليست ذا شكل صارم أو ثابت، ذلك أنه يمكن مطها أو ضغطها بما يجعلها تتخذ شكلاً معينًا، كما سبق أن أوضحنا. وهذا ما يجعلنا نطلق عليها هندسة المطاط أو الهندسة المطاطية. ومن ثم فإن الأشكال البسيطة كالمربعات والدوائر والمستطيلات والمثلثات تعد متكافئة طوبولوجيًّا؛ لأنه يمكن ضغطها أو تحويلها من شكل إلى آخر دون تمزيق أو تجزئة.

وبناء عليه، فإن الطفل عندما يرى المثلث فإنه لا يراه كما يراه البالغ، ولكنه فقط يراه كشكل مغلق. ويتمثل ذلك جليًّا عندما نطلب من طفل في الثالثة

(*) نود أن نشير أن استخدامنا لهذه المصطلحات أمر يعنينا نحن فقط كدارسين، أما بالنسبة للأطفال، فإنهم غير معنيِّين بها، وإنما بمحتواها ومعانيها دون أن يكونوا على دراية بأسماء المصطلحات نفسها.

أو الرابعة من عمره أن يرسم مربعًا أو مثلثًا موضوعًا أمامه، فإنه قد يرسم دائرة، وهو رسم صحيح من المنظور الطوبولوجي. فالدائرة شكل مغلق، مثلها في ذلك مثل المربع أو المثلث. وهذا بالطبع أمر مختلف لو تعاملنا مع هذه الأشكال من المنظور الإقليدي.

أيضًا، فإن الطفل في سن الرابعة تقريبًا يميز بين الأشكال المغلقة والأشكال المفتوحة. فهو، وإن لم يكن يميز بين الدائرة والمربع والمثلث باعتبار أنها أشكال مغلقة، فإنه يميز بين شكل مغلق (مربع مثلاً) وشكل مفتوح (كوب مثلاً).

ونظرًا لأن الطفل يكون مدركًا للعلاقات الطوبولوجية قبل إدراكه للعلاقات الإقليدية (المتمثلة في الشكل والحجم والطول والزوايا... إلخ) فإنه في البداية لا يكون قادرًا على إدراك مفهوم التطابق «Congruence»، ومن ثم لا يفرق بين المثلث والمربع رغم أنهما غير متطابقين من المنظور الإقليدي.

ويخلُص بياجيه من ذلك إلى أن هناك فترة زمنية تنقضي بعد أن يتمكن الطفل من العلاقات الطوبولوجية حتى يبدأ في تطوير أفكاره الخاصة بالهندسة الإقليدية والإسقاطية.

العلاقات من المنظور الطوبولوجي: Relatuins in Topology

توجد أربع علاقات من المنظور الطوبولوجي، تتمثل فيما يلي:

١- القرب أو التقاربية: Proximity

وهي إحساس الطفل بأن شيئًا ما قريب منه أو بعيد عنه. وهذه العلاقة يمكن إدراكها حسيًا من قِبل الطفل؛ حيث يستطيع تمييز الأشياء على أساس قربها منه أو بعدها عنه، لذا فإنه عندما يقوم برسم وجه فإنه يضع العينين بالقرب من الأنف؛ لأنه يدرك حسياً قربهما من الأنف.

٢- الفصل: Separation

وهو قدرة الطفل على تمييز شيء عن شيء آخر، أو أجزاء شيء ما عن بعضها. فهو يرى الباب منفصلاً عن الجدار، والمقعد شيئًا منفصلاً عن المنضدة... إلخ.

وعندما يقوم برسم وجه ما، فإنه يفصل بين الأنف والعينين رغم وضعهما بالقرب من بعضهما.

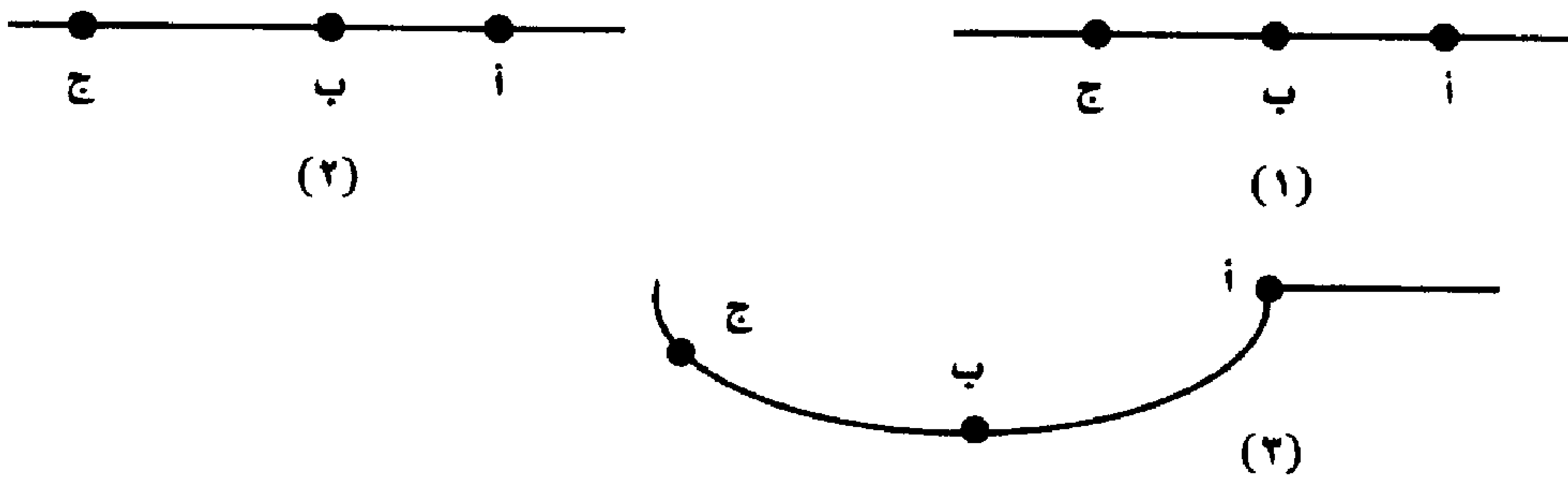
٣- الترتيب: **Order**

وهو التعامل مع الأشياء بشكل منظم. فهو يستطيع ترتيب الخرزات الموجودة أمامه، كما أنه يقوم بترتيب الوصول إلى سريره بأن يفتح باب الغرفة أولاً ثم يضيء المصباح ثم يتجه إلى السرير.

٤- التطويق: **Enclosure or Surrounding**

وهو إدراك أن شيئًا يوجد «داخل» أو «في» شيء آخر، فالقطة توجد «في» الحديقة، والسيارة توجد «في» الشارع، كما أن الأنف تقع «بين» العينين والفم بالإضافة إلى أنها «مطوقة» بـ«الوجه»، والنافذة محاطة بالجدار. كما أن الطفل يستطيع رسم دائرة محاطة بدائرة أخرى.

كما نلاحظ، فإن هذه العلاقات تشكِّل صورة عن الطوبولوجيا تختلف عما ألفناه في الهندسة الإقليدية التي تعنى بالمسافات والأطوال والزوايا والمساحات والحجوم... إلخ. والشكل التالي يوضح تلك الأقطار الطوبولوجية.



إذا ما تفحصنا الأشكال أعلاه نجدها مختلفة عن بعضها إذا نظرنا إليها من زاوية الهندسة الإقليدية:

١- فالمسافة بين كل من (أ، ب) و (ب، ج) في الشكل (١) تختلف عن المسافة بين كل من (أ، ب) و (ب، ج) في الشكل (٢).

٢- أيضًا، فـإن الشكلين ١، ٢ عبارة عن خطين مـستقيـمين بينما الشكل (٣) يأخذ شكلَ منحنًى.

ولكن إذا نظرنا إلى هذه الأشكال من المنظور الطوبولوجي فإننا نجدها متكافئة، حيث إن كلاً منها يفي بالعلاقات الطوبولوجية الأربعة على قدم المساواة: فالمسافات بين أ، ب وبين ب، جـ في كل منها متقاربة. كما أن النقاط (أ، ب، ج) منفصلة عن بعضها. وبالإضافة إلى ذلك فإن (ب) في كل منها محاطة بـ (أ، ج).

مفهوم الاحتفاظ في كل من الهندسة الطوبولوجية والهندسة الإقليدية:

علينا أن نتذكـر أن العلاقات الطوبولوجـية التي أشرنا إليـها آنفًا هي عـلاقات يمارسها الطفل في مرحلة ما قبل العمليات، وبالتالي فإن مفهوم الاحتفاظ لا معنى له هنا إذا مـا تناولناه وفقًـا لما هو متـعارف عليـه. فلو نظرنا إلى فكرة «الطول»، مثلاً؛ حيث إنه في الهندسة الإقليدية يمثل خاصـية لقسم خطي معين يتسم بالثبات وبالتالي فهو محتفظ به. أما في الطوبولوجيا، فإن الطول ليس ذا مغزى أو معنى، فكل الأقسام الموجودة على الخطوط متكافئة طوبولوجيًا طالما أنه يمكن مط أي قسم منها دون تمزيق.

بناء عليـه، فإنه لا ينـبغي أن نتـعامل مع مـفـهوم الاحـتفـاظ في العلاقـات الطوبولوجية التي تمارَس عادة قـبل سن السابعة بنفس الكيفية التي نتعـامل بها معه بعد دخول الطفل مرحلة العمليات الحسية.

العلاقة الطوبولوجية الخاصة بالترتيب: Order

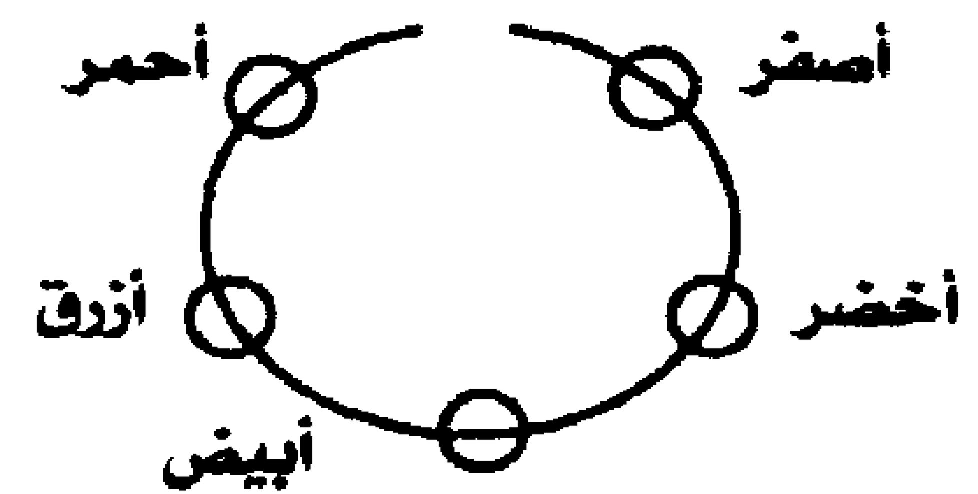
المهمة الأساسيـة المتضمنة هنا تعتمد على استخدام مـجموعة من الخرزات ذات حجم مناسب وألوان مختلـفة. يقوم القائم بالمهمة بإدخال الخـرزات الموجودة معه في قضيب أو سلك سَميك، وذلك بترتيب معين من حيث الألوان. ثم يتم إعطاء الطفل مجموعـة من الخرزات مطابقة لتلك التي استخدمهـا القائم بالمهمة، ويطلب منه أن يدخلها في قـضيب آخر بنفس الكـيفية (مع مـلاحظة أن يكون الطفل على دراية بالألوان ومسمياتها).

ما الذي تشير إليه النتائج؟ يوضح كوبلاند(*) أن الأطفال فيما بين الثانية والثالثة غير قادرين على فهم المطلوب. أما الأطفال فيما بين الرابعة والخامسة، فإنهم يفهمون فكرة الترتيب لو تم وضع النموذج المطلوب محاكاته أمام أعينهم بشكل مباشر. أما لو غاب هذا القضيب النموذج أو تم ثنيه ليأخذ شكل دائرة، فإنهم لا يستطيعون عمل المطلوب. أيضًا، فإن هؤلاء الأطفال لا يستطيعون إدخال الخرزات بالترتيب المعاكس (من الاتجاه الآخر) لأنهم، ببساطة لم يبلغوا المستوى العقلي الذي يمكِّنهم من ممارسة التفكير الانعكاسي.

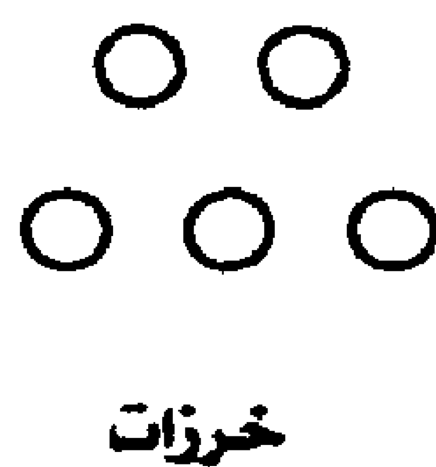
وتُعزى عدم قدرة الطفل على ممارسة التفكير الانعكاسي في هذه المرحلة إلى عدم القدرة على التنسيق بين علاقات الترتيب الأفقية لليسار ولليمين أو بين علاقات الترتيب الرأسية للأعلى وللأسفل. بمعنى آخر، فإن الطفل ليس لديه نظام إحداثيات (وفقًا لما سبق أن أشرنا إليه في الفصل الثالث) كذلك المستخدم في الرسم البياني. كل ذلك لا يمكنه من الترتيب في الاتجاه المعاكس.

فيما بين السادسة والسابعة، فإن الأطفال يكونون قد بلغوا مستوى عقليًا يمكِّنهم من التغلب على الصعوبات الخاصة بالترتيب. فإذا ما عرضنا عليهم نموذجًا معيَّنًا فإنهم يستطيعون محاكاته وإعادة تشييده من أي من الاتجاهين: من اليسار إلى اليمين أو من اليمين إلى اليسار، أو في شكل دائري. ويرجع السبب الرئيس في ذلك إلى أن هؤلاء الأطفال قد أصبحت لديهم القدرة على ممارسة التفكير الانعكاسي الذي يحررهم من الاعتماد كلية على النشاط الحس حركي الصِّرف.

يمكن للمهمة أن تأخذ شكلاً آخر، وهي أن نقوم بوضع الخرزات مرتبة في دائرة على مرأى من الطفل، ويُعطى الطفل خرزات أخرى مماثلة وقضيبًا، ويطلب منه أن يتخيل أن الدائرة على شكل قضيب، ومن ثم يضع الخرزات مرتبة في القضيب بنفس ترتيبها في الشكل الدائري.

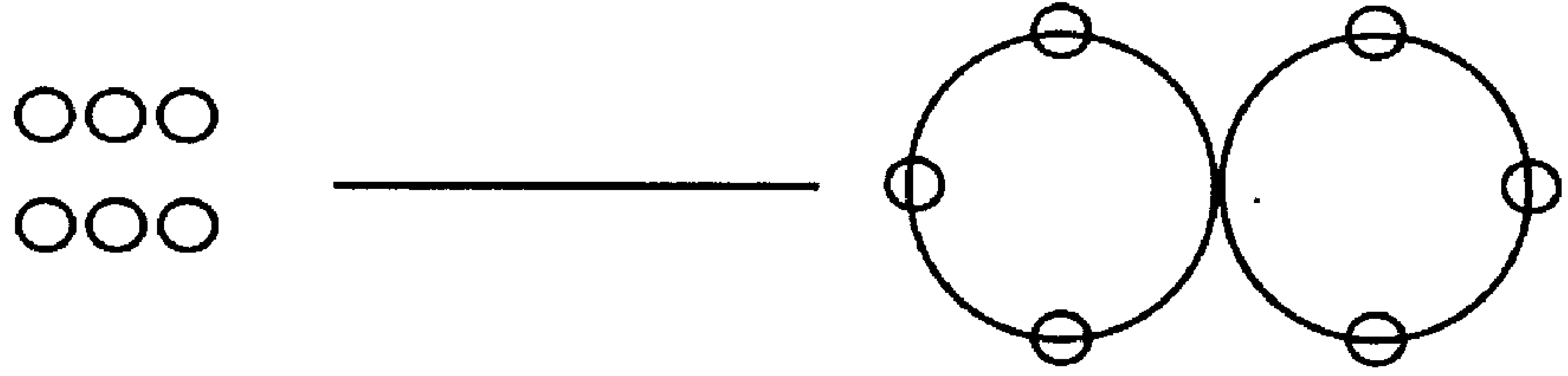


قضيب أو سلك سميك



(*) (Copeland, 1979. P. 262).

قد تزداد المهمة صعـوبة لو تم ترتيب الخرزات في داخل سلك يأخذ الشكل 8، ويطلب منه ترتيب الخـرزات داخل قضـيب أو سلك بنفس كيـفيـة ترتيبـها داخل الشكل 8.



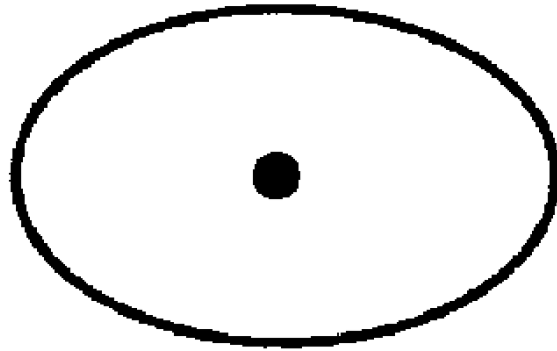
العلاقة الطوبولوجية الخاصة بالتطويق أو الإحاطية:

Encloure or Surrounding

إذا ما فكرنا في خط مستقـيم كالموضح أدناه فإننا نجد أن النقطة «ب» تقع «بين» أ، ج. وإذا نظرنا إلى الأمر من بُعد واحد فقط (هو الأفقي) فإننا نقول: إن النقطة ب محاطة بـ النقطتين أ، ج.

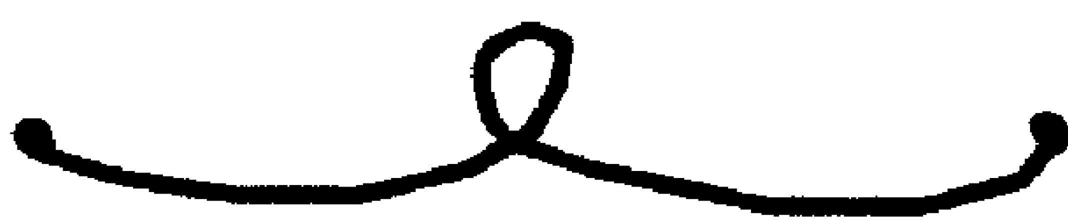


أما إذا كانت النقطة موضوعـة داخل شكل مغلق (أي ذي بُعدين)، فإنها عندئذ تكون «داخل» الشكل.



كـمـا أنه يمكننا أن نفكر في نقطـة أو في شيء «داخل» شكل ثلاثي الأبعـاد، كبذرة «داخل» برتقالة مثلا. فمن المنظور الطـوبولوجي، قد نقوم بعصر البرتقالة، ومن ثم يتغـير شكلها، ومع ذلك تبقـى البذرة كما هي «داخل» البـرتقالة. بمعنى آخر، فإن العلاقة الطوبولوجية الخاصة بالتطويق أو الإحاطية هنا لم تتغير.

ولدراسة العلاقة الطوبولوجية الخاصة بالتطويق أو الإحاطية، فإننا نستخدم فكرة الأربطة أو العـقـد Knots. كل مـا هو مطلوب خـيط بسـيط يُستـخدم لعـمل عقد بسـيطة. إذا ما قمـنا بعمل عقدة دائرية بسيطة، فإن علاقة التطويق تظهر فيها



بوضـوح. فلو تمَّ تشكيل شـكل دائري بواسطة الخـيط ثم إدخال أحـد طرفي الخيط ليـمر خـلال الدائرة. عندئذ تكون هناك عـلاقة تطويق متـمثلة في التـضفـير الذي حدث. وإذا لم توجد علاقة التضفير هذه فلا يمكن عقده أو ربطه.



والمهمة المستخدمة في هذه الحالة تحتاج فقط إلى خيط. وفي البداية، فإن القائم بالمهمة يسـأل الطفل عما إذا كان يستطيع عمل عـقدة أو ربطة أو لا. فإذا لم يكن الطفل مستطيعًا ذلك، فإن القائم بالمهمة يقوم بعمل العقدة (التضفيرة) أمام الطفل، ثم يطلب من الطفل أن يحـاكي ذلك بأن يقوم بعمل عقـدة مماثلة باستخـدام خيط معه. فإذا ما عجز الطفل عن القيام بذلك، فإن القائم بالمهمة يشرح له كيفية عمل ذلك.

تشير النتائج إلى أن الأطفال قبل سن الرابعة أو الخـامسة كانوا غير قادرين على عمل ربطة أو عـقدة حتى بعد أن رأوا العـقدة أمامـهم وكيف كان يتم تضفـيرها. وهذا يعني أنهم لم يكونوا قادرين على عمل تمثيل ذهني للمشهد الحسي الذي رأوه أمامهم (راجع في ذلك الفصل الثالث، الجزء الخاص بالتمثيل الذهني).

فيما بعد وبـين الرابعة والسادسة، فإن الطفل يستطيع محاكـاة عقدة بسيطة نريه إياها. أما إذا قمنا بتوسيع الربطة أو تضييقها، فإنه عندئذ لا يرى أنها نفس العقدة أو الربطة. وعلى الرغم من أن عملية التـوسيع أو التضييق لم تغيِّـر من العلاقات الطوبولوجـيـة الموجـودة، إلا أن الطفل لم يبلغ بعـد مـرحلة إدراك هذا الأمـر. وبالإضافة إلى ذلك، فإن العديد من الأطفال في هـذه السن لا يستطيعون التفريق بين العقدة الحـقيقية (أي المضفـورة بالفعل) وبين العقدة الزائفة التي تبـدو مضفرة ولكنها ليـست كذلك. ويرجع السبب في ذلك إلى أنه عند تمرير جـزء من الخيط أسفل جزء آخر (وهي فكرة ذات أبعاد ثلاثية)، فإن الطفل يفقد القدرة على تقفي الترتيب الفعلي لتتـابع الأحداث. إن معنى ذلك أنه على الرغم من أن الطفل قادر على عمل عقـدة بسيطة محاكاةً لعـقدة بسيطة تم عملها أمـامه، إلا أنه يخفق في إدراك الطبيعة ثلاثية الأبعاد اللازمة لفـهم التطويق. إنه قد انخدع بالتغيير الظاهري

الحادث والمتمثل في توسيع العقدة أو تضييقها، فلم يستطع الاحتفاظ بفكرة التطويق بأبعادها الثلاثة.

مرة أخرى نؤكد على أنه على الرغم من أن العلاقات الخاصة بالتقارب والترتيب الخاصة بالخيط لا تتغير إذا ما تم توسيع العقدة أو تضييقها (أي لم يحدث تغيير في العقدة من المنظور الطوبولوجي نتيجة التوسيع أو التضييق). على الرغم من ذلك، فإن الطفل يخفق في إدراك ذلك؛ لأن مدركاته الحسية لازالت هي المهيمنة ولازلت أفكاره تفتقر إلى المرونة.

عندما يبلغ الطفل مرحلة العمليات الحسية فإنه يدرك التماثل بين العقدة المتكونة في حالة توسيعها أو تضييقها. كما أنه يميز بين العقدة الحقيقية والعقدة الزائفة. عند هذا المستوى يدرك أن العلاقة الطوبولوجية الخاصة بالتطويق لا تتغير، وذلك على الرغم من أن العلاقة الإقليدية الخاصة بالتطويق يحدث فيها تغيير، وذلك عند توسيع العقدة أو تضييقها أو بجعل شكل العقدة دائرياً أو بيضاوياً. أما بالنسبة للعلاقات الطوبولوجية الأربعة (التقارب، الفصل، الترتيب، التطويق) فإنها تبقى كما هي دون تغيير.

العلاقات الخاصة بالتواصل واللانهائية:

The Relations of Continuity and Infinity

يمكن القول: إن علاقات التواصل هي بمثابة تجميع لعلاقات التقارب والترتيب والفصل والتطويق معًا. ومع ذلك فإن هذه العلاقات الخاصة بالتواصل تمثل تحديًا أكبر للطفل، كما سنرى؛ حيث إنه لا يتمكن من استيعابها قبل سن الحادية عشرة أو الثانية عشرة.

ولعل أحد أسباب الصعوبة في اكتشاف المفاهيم الخاصة بالتواصل هي أن الطفل يشق عليه كثيرًا أن يتخيل أن خطًا مستقيمًا يتكون من عدد لا نهائي من النقاط، كما ستوضح لنا المهمات الخاصة بذلك المفهوم.

ويمكن استقصاء مدى فهم الطفل لفكرة التواصل واللانهائية بالتفكير فيما يحدث لخط مستقيم إذا تمت تجزئته؛ بحيث يصبح أصغر فأصغر فأصغر. . . إلخ.

وكذلك الأمر مع ما يحدث لمربع عندما تتم تجزئته إلى مربع أصغر فأصغر فأصغر... إلخ. في مثل هذا الاستقصاء فإننا لا ندرس فقط تلك الأفعال الواعية التي يقوم بها الطفل، وإنما ندرس أيضًا عملية التفكير المجرد التي تبدأ في النمو تدريجيًا من سن السابعة ويفترض أن تكتمل في سن الثانية عشر تقريبًا(*).

في مثل هذه المهمة، فإن القائم بالمهمة يطلب من الطفل توضيح أصغر جزء من خط أو من مربع يمكن الحصول عليه.



إذا ما قدمت هذه المهمة لطفل في سن الرابعة أو الخامسة؛ فإنه لا يستطيع أن يسلم بوجود ما لا يمكن رؤيته. وبناء عليه، فإنه يقوم بعمل عدد محدد من التقسيمات. وعندما يفكِّر في تجزئة جزء من خط مستقيم لا يستطيع التفكير في نصف النصف. وفي ضوء ذلك، فإن أصغر جزء من الخط يمكن أن يتصوره يكون مرئيًا، كما أن أصغر جزء من مربع يقوم بعمله يكون مربعًا صغيرًا وليس نقطة.

بالنسبة للطفل في سن السابعة، إذا ما طلبنا منه أن يرسم أصغر جزء ممكن من خط مستقيم فإنه يرسم خطًا طوله ٢ مللم. وإذا ما سألناه إن كانت هناك نقاط على الخط فإنه يجيب بالنفي. فإذا ما سألناه عن عدد الخطوط الصغيرة اللازمة لرسم خط طوله ٢سم، فإنه يقدر ذلك العدد بعشرة، وإذا ما سألناه عن عدد النقاط التي يمكن وضعها بين نقطتين المسافة بينهما ٢سم؛ فإنه قد يخمِّن أن العدد سوف يكون مائة. فإذا ما بدأ بالفعل في تعبئة الفراغ بين النقطتين بوضع نقاط متلاصقة؛ فإنه يضع ثلاثًا وعشرين نقطة. عندئذ نسأل الطفل: هل العدد ١٠٠ الذي كنت قد ذكرته صحيح؟ يجيب بالنفي. لماذا؟ لأن ذلك يعني أن النقاط سوف تكون متقاربة جداً من بعضها. فإذا ما سألناه عندئذ: هل العدد ١٠٠ سوف يكون صحيحًا لو تقاربت النقاط فإنه يجيب بالإيجاب.

اعتبارًا من سن السابعة أو الثامنة وحتى الحادية عشرة أو الثانية عشرة تقريبًا فإن

(*) (Copeland, 1979, PP.268- 270).

الطفل يقر باحتمال وجود عدد كبير من التقسيمات، ولكنه لا يرى أن هذه التقسيمات لانهائية من حيث العدد. أي أن هذا الطفل لا يستطيع أن يعمِّم إلى ما وراء المنظور.

ويقدم لنا كوبلاند أمثلة توضح ذلك. فالطفل في سن الثامنة في محاولته الأولى يرسم أصغر مربع ممكن. فإذا ما سألناه: ما هذا؟ فإنه يصف الرسم على أنه نقطة كما أنه يرسم أصغر جزء من الخط كخط قصير جداً أو يصفه بأنه نقطة. عندئذ نستوضح منه عما إذا كانت تلك النقطة تشبه تلك التي قام بعملها عند رسم أصغر جزء من المربع. فإنه يجيب بالنفي؛ لأن الأولى نقطة مربعة بينما الثانية شرطة صغيرة.

إن هذا يعني أن الطفل لا يدرك النقطة على أنها لا أبعاد لها (أي لا طول لها ولا عرض). الطفل هنا مدرك للعلاقات الطوبولوجية الأربعة (التقارب/ الفصل، الترتيب، التطويق)، ومع ذلك فإنه لا يستطيع تجميعها في كلٍّ واحد، طالما أنه لا تتوافر لديه الفكرة الخاصة بإمكانية التقسيم اللانهائي والتطويق. وهذا الأمر لا يظهر إلا في المرحلة الأخيرة من التطور بالنسبة لمفهوم التواصل واللانهائية.

من اللافت للنظر هنا أن فكرة لانهائية عدد النقاط التي يتكون منها خط أو مربع معين تتكون عند سن الحادية عشرة أو الثانية عشرة، وهي السن التي يستعد فيها الطفل لمغادرة المدرسة الابتدائية. ومع ذلك فإننا نقدم للأطفال مفهوم الخط على أنه مجموعة من النقاط، في الوقت الذي فيه هم غير مستعدين عقلياً لتقبل ذلك. فالطفل فيما قبل هذه السن لا يستطيع ممارسة عملية تفكير مجرد تجعله يتصور إمكانية تقسيم كلٍّ ما إلى عدد لانهائي، ومن ثم لا يستطيع تخيل الخط على أنه يتكون من عدد لانهائي من النقاط المفروضة. وهو أمر لا يتحقق قبل سن الحادية عشرة أو الثانية عشرة تقريباً.

هذا العرض يوضح لنا حقيقة مهمة تتصل بما يدرسه الأطفال من هندسة في المدرسة الابتدائية. هذه الحقيقة هي أن الطفل لا يستوعب فكرة التواصل واللانهائية قبل بلوغه الحادية عشرة والثانية عشرة. وهذا يعني أن فكرة تقديم الخط المستقيم

أو المثلث أو أي شكل هندسي آخر على أنه فئة من النقاط لأطفال المدرسة الابتدائية تعد لا معنى لها بالنسبة لهؤلاء الأطفال. إن ذلك لا يعني عدم تقديم مثل هذا المفهوم في هذه المرحلة، وإنما المقصود هنا أن يكون المعلم على وعي بما أوضحته الدراسات وما قدمته من نتائج، ومن ثم تكون لديه القدرة على تحديد مستوى الفهم الحقيقي لفكرة اللانهائية لدى الأطفال الذين بالتدريس لهم.

الخلاصة:

قدمنا في الصفحات السابقة عرضًا للعلاقات الطوبولوجية التي يتعامل معها الأطفال في سنيٍّ حياتهم الأولى. وقد اتضح لنا أن هؤلاء الأطفال قد يكونون متمكنين من العلاقات الخاصة بالتقارب والفصل والترتيب والتطويق من المنظور الطوبولوجي، ومع ذلك فإذا نظرنا إليها من المنظور الإقليدي، فإنهم لا يستطيعون ممارسة التفكير الاحتفاظي عند التعامل معها.

على أية حال، فلقد عرضنا أيضًا الكيفية التي يتعامل بها الأطفال في سنيِّ عمرهم المختلفة مع مفهوم التواصل واللانهائية. واتضح لنا أن هذا المفهوم يتأخر نموه بشكل إجرائي إلى سن الحادية عشرة أو الثانية عشرة، وهي السن التي يفترض أن يبلغ فيها الطفل مرحلة التفكير العملياتي المجرد.

في ضوء ذلك، فإننا قد أوضحنا أهمية الالتفات إلى تقديم أنشطة تؤدي بالأطفال إلى اكتساب هذه المفاهيم، خصوصًا مفهوم التواصل واللانهائية، في توقيتٍ عمري مناسب.

***

ثانياً: الهندسة الإقليدية

Euclidean Geometry

مقدمة:

الهندسة الإقليدية هي، كما أسلفنا، ذلك الفرع من الهندسة الذي يُعنى بدراسة الأشكال ذات الأطوال والزوايا والمساحات والحجوم المحددة، أي التي لها قيم ثابتة. وهي بذلك، تختلف عن الأفكار الطوبولوجية لدى الطفل، والتي لا تعنيه فيها مثل هذه الأبعاد، طالما أنها تحتفظ بعلاقات أربع، هي: التقارب، والفصل، والترتيب، والتطويق.

وقد أوضحنا، أيضًا، أنه في الواقع الفعلي لحياة الطفل فإن الأفكار الطوبولوجية باستثناء التواصل واللانهائية تنمو أولاً، ثم بعد ذلك تبدأ الأفكار الإقليدية في التكون. الأمر في المدرسة يكون على نحو مغاير، ذلك أن الأفكار الإقليدية هي أول ما يقدم للطفل في المدرسة. فهو يدرس المسافات والأطوال والزوايا والأضلاع والخطوط.

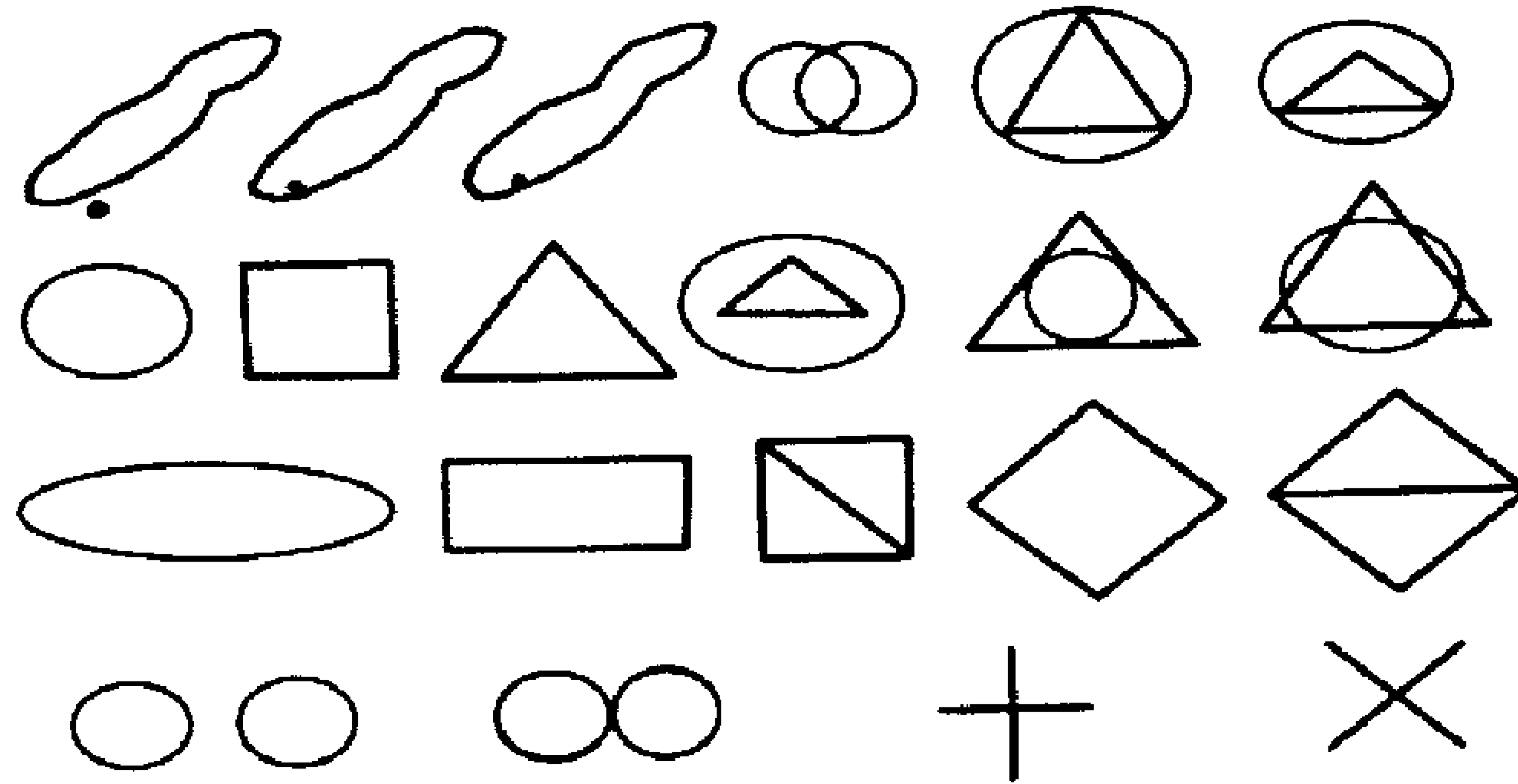
ولعل أكثر مشكلة تواجه الطفل هنا هي افتقاده إلى القدرة على تمثيل الأشياء ذهنياً (راجع في ذلك الفصل الثالث). فهو يتعامل مع أشكال هندسية عديدة في الواقع الحسي، ومع ذلك فهو لم يكون لها صورة ذهنية، أي أنه يفتقر إلى القدرة على تمثل المشاهد الحسية ذهنيًا. وهذا ما سنوضحه في الصفحات التالية.

ما الذي نستهدفه من وراء ذلك العرض الموجز؟ إننا نريد هنا أن نلفت النظر إلى أهمية تقديم خبرات وأنشطة لها علاقة بالأفكار الطوبولوجية، وذلك قبل أن يقدم الطفل على دراسة الأفكار الإقليدية؛ لأن تقديم الأفكار الإقليدية لطفل غارق في عالم العلاقات الطوبولوجية يعد ضربًا من العبث وإضاعة للوقت. ما معنى ذلك؟ معنى ذلك أن الطفل إذا لم تكن له تهيئة عقلية حقيقية لدراسة الأفكار الإقليدية، فإنه قد يتعامل مع هذه الأفكار (الإقليدية) تعاملاً قد يبدو لنا موفقًا وناجحًا - بلغة التحصيل الدراسي التقليدي - ولكنه وفقًا لتصورات بياجيه، لا يمكن لهذه الأفكار أن تتحول إلى مخططات عقلية أصيلة ضمن البنية العقلية الوظيفية للطفل.

وعلى الصفحات التالية نجد عرضًا مبسطًا لثلاث قضايا: تطور قدرة الطفل على تشييد الرسومات الإقليدية الأساسية - تطور قدرة الطفل على التعامل مع الأشكال الإقليدية - المتطلبات الأساسية اللازمة لنمو الأفكار الإقليدية لدى الطفل(*).

تطور قدرة الأطفال على تشييد الرسومات الإقليدية الأساسية:

لدراسة قدرة الأطفال على تمثل الأشكال الإقليدية الأساسية استخدم بياجيه مجموعة من الأشكال عددها واحد وعشرون شكلاً، كان يُطلب من الطفل أن يقوم بفحص كل شكل منها ثم يرسمه.



هذه هي المهمة التي استخدمها بياجيه، وهي كما نرى مهمة بسيطة يمكن لأي فرد منا أن يقوم بها مع أى طفل بدءًا من سن الثالثة. ما الذي أوضحته النتائج (على وجه التقريب)؟

١ - الأطفال في سن الثالثة وما قبلها يقومون بعمل خربشات لا معنى لها. وعند سن الثالثة قد نجد مستويين من تعاملات الأطفال مع هذه الرسومات:

الأول: نجد فيه أن تلك الخربشات (أي الرسومات المتعجلة غير المعتنى بها) تختلف باختلاف نوع الشكل، أي باختلاف ما إذا كان الشكل مفتوحًا (X مثلاً)، أو مغلقًا (O مثلاً)، وذلك في ضوء رؤيته **الطوبولوجية**.

الثاني: وهو المستوى الأعلى، فإن الرسومات **تبدأ في اتخاذ صور أكثر تحديدًا**، ومع ذلك فإن العلاقات الطوبولوجية هي **المهيمنة عليها. كمثال على ذلك، فإن**

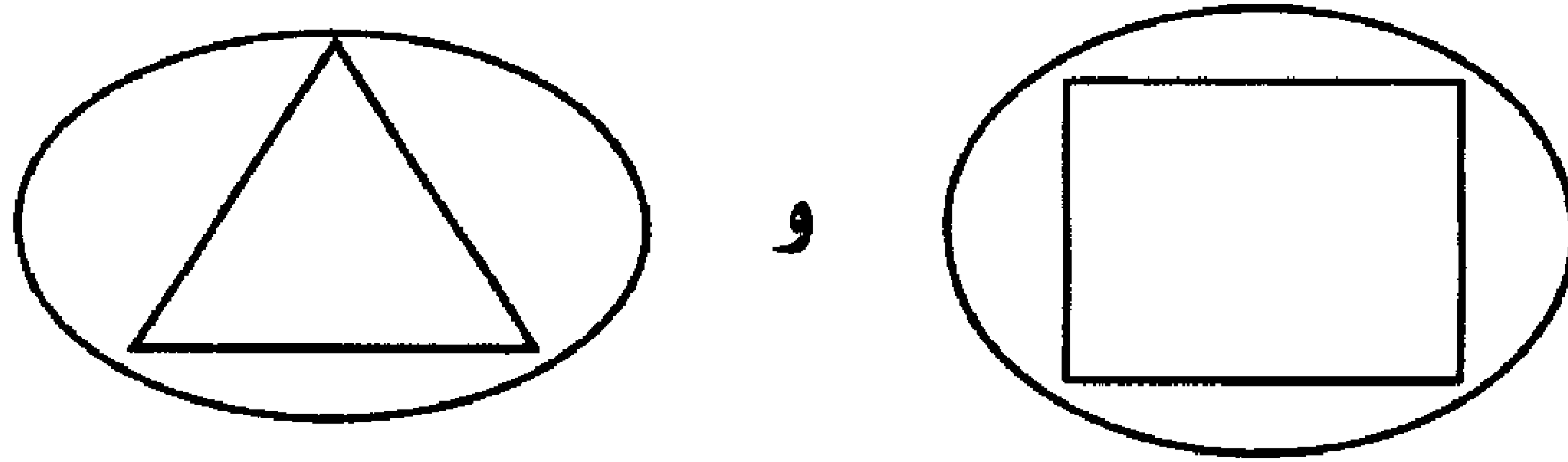
(*) انظر: (1- Copeland, 1979, p. 278 2- Good, 1977, pp. 69 - 72).

الدوائر والمربعات والمثلثات كلها يتم تمثيلها بكيفية واحدة تقريبًا، هي منحنًى مغلق غير منتظم؛ ونظرًا لأن هذه الأشكال متكافئة من المنظور الطوبولوجي، فإن الرسومات التي يقوم الطفل بعمالها على هذا النحو تكون متكافئة من المنظور الطوبولوجي أيضًا. أما بالنسبة للأفكار الإقليدية الخاصة بأطوال الأضلاع، والزوايا، والمقدار، وعدد الأضلاع فإنها تكون مهملة تمامًا.

٢- المرحلة الثانية وتمتد من الرابعة وحتى السادسة تقريبًا، وتتميز أيضًا بمستويين:

الأول: وفيه يحدث تقدم كبير في عمليات تمييز الأشكال الإقليدية، فالأشكال المنحنية يتم تمييزها عن الأشكال ذات الأضلاع المستقيمة، ومع ذلك فإنه لا يميز بين المضلعات (أي الأشكال متعددة الأضلاع والزوايا) مثل المثلثات والمربعات والأشكال خماسية الأضلاع.

الثاني: وفيه يستطيع الطفل التمييز بين الأشكال على أساس عدد الزوايا. كما أن الأبعاد تُراعى في الرسومات مع التمييز بين الدائرة والشكل البيضاوي، وعند مستوى أعلى، فإن أشكالاً مطوقة، كالموضحة أدناه، يتم رسمها على نحو صحيح.



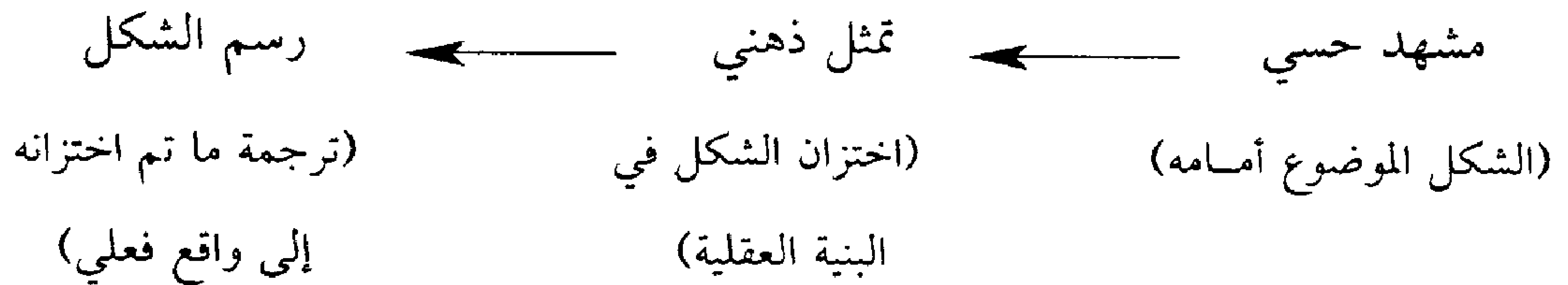
٣- المرحلة الثالثة، فيما بين السادسة والسابعة يصبح فيها لدى الأطفال القدرة على رسم المعينات. كما أنهم أيضًا يستطيعون رسم كل الأشكال التي يشاهدونها بما فيها الأشكال المركَّبة.

ما الذي يمكن أن نستفيده من هذا العرض ومن الأنشطة المتضمنة في هذه المهمة؟ أن أهم ما يمكن أن نستفيده هو ضرورة تقديم أنشطة وخبرات مناسبة للأطفال في مراحل ما قبل رياض الأطفال ورياض الأطفال والصف الأول من المرحلة الابتدائية، بحيث تختلف هذه الأنشطة من مستوى إلى آخر باختلاف سن

الطفل. فعلى سبيل المثال، فإن الأنشطة الهندسية التي تُقدم لأطفال ما قبل رياض الأطفال ينبغي أن تكون ذات طبيعة طوبولوجية. أما بالنسبة لأطفال الرياض والصف الأول الابتدائي، فينبغي أن نتحول من الأفكار الطوبولوجية إلى الأفكار الإقليدية، مما يمكن من أن تحدث عملية التحول من الأفكار الطوبولوجية إلى الأفكار الإقليدية بشكل منطقي وسلس.

تطور قدرة الطفل على التعامل مع الأشكال الإقليدية:

في الجزء السابق كان موضع الاهتمام الرئيس هو تتبع مدى قدرة الطفل على رسم شكل إقليدي أريناه إياه. عندما يخفق الطفل، كليًا أو جزئيًا، في عمل هذا الرسم فإننا نفسر ذلك، ولو بشكل جزئي، بأن الطفل قد عجز عن تمثل المشهد الحسي ذهنيًا، ومن ثم فإنه لم يستطع إعادة ترجمة ما تم تخزينه في ذهنه (إن كان قد تمثل المشهد وهو ما لم يحدث) إلى صورة حسية مرة أخرى. بمعنى آخر، وببساطة، فإن الطفل لكي يقوم بعمل رسم صحيح لشكل قد رآه، فإنه يمر بالخطوات التالية:



وهذا ما لا يستطيعه الطفل قبل بلوغه السادسة أو السابعة على وجه التقريب.

الأمر هنا لا يختلف كثيرًا عما عرضناه في الجزء السابق، باستثناء أننا لا نطلب من الطفل أن يقوم برسم ما شاهده، وإنما نطلب منه أن يتعرف على شكل كان قد تعامل معه حسيًا من خلال حاسة اللمس.

المهمة التي استخدمها بياجيه (قد أشرنا إليها من قبل في الفصل الثالث في الجزء الخاص بالتمثل الذهني) هي أن نطلب من الطفل أن يجلس خلف ستارة أو نقوم بإغماض عينيه بعصابة، ثم نسمح له بأن يقوم بتقليب جسم ما (ملعقة أو شكل مثلث... إلخ) بين يديه عددًا من المرات. عندئذ نقوم بوضع هذا الجسم الذي قام

بتقليبه بين يديه في صندوق فيه أشياء أخرى (مثل ملاعق أخرى ذات أحجام مختلفة ، ومثلثات ذات أحجام وأشكال مختلفة. . . إلخ). بعد ذلك نطلب من الطفل أن يقوم بإخراج الجسم الذى كان قد قلبه بيديه من الصندوق. بالطبع، فإن الطفل لن يستطيع القيام بذلك ما لم يكن قد تمثل المشهد الحسي (الذي تمثل في تقليب الجسم بين يديه ذهنيّا، ثم أعاد ترجمة هذا التمثيل الذهني إلى واقع حسي مرة أخرى (متمثلاً في قدرته على التعرف على الجسم الذي كان قد قلبه).

بالإضافة إلى ذلك، فإنه في حالة الأطفال الأكبر سنًّا كان يطلب منهم رسم الشيء الذي قاموا بلمسه وتقليبه بين أيديهم. أيضًا، فإن الأشياء التي كانت تُقَدَّم للأطفال الصغار هي أشياء شائعة مثل الملاعق والكرات. أما بالنسبة للأطفال الكبار، فكانت تُقدم لهم أشكال هندسية مختلفة.

وقد أوضح كوبلاند(*) أن هناك ثلاث مراحل يمكن تمييزها فيما يتصل بتطور قدرة الطفل على التعامل مع الأشكال الإقليدية:

الأولى: حول السادسة تقريبًا وما بعدها بقليل، يستطيع فيها الأطفال تمييز وتعرف الأشكال الشائعة كالملاعق، ولكنهم لا يستطيعون تمييز الأشكال الهندسية الإقليدية كالمثلثات مثلاً. وبصورة أكثر تفصيلاً، يوجد مستويان في هذه المرحلة:

الأول: يستطيع فيه الطفل أن يميز بين الأشكال الشائعة وأن يتعرف عليها، مع عدم قدرته على تمييز الأشكال الإقليدية.

الثاني: يستطيع فيه الطفل أن يميز بين بعض الأشكال الأساسية ذات الطابع الطوبولوجي وليس الإقليدي. فهو مثلاً، يستطيع أن يميز بين شكل مفتوح وشكل مغلق، لكنه لا يستطيع أن يميز بين الشكل المربع والشكل المثلث.

الثانية: وهي مرحلة انتقالية بين السادسة والسابعة تقريبًا، وفيها يستطيع الطفل تمييز بعض الأشكال والإخفاق في تعرف أشكال أخرى. فهو يستطيع أن يميز الأشكال ذات الانحناءات الدائرية أو البيضاوية عن الأشكال ذات الخطوط المستقيمة، أما فيما يتصل بالتمييز داخل كل فئة من هذه الفئات، فهو لا يستطيع

(*) (Copeland, 1979, pp. 287 - 290).

ذلك. فلا يمكنه مثلا، أن يميز بين الشكل الدائري والشكل البيضاوي أو بين الشكل المربع والشكل المستطيل، ولكنه يستطيع أن يميز بين الشكل المربع والشكل الدائري.

الثالثة: وتبدأ عند سن السابعة أو الثامنة تقريبًا. وفيها يستطيع الطفل أن يميز بين الأشكال الأكثر تعقيدًا. كما أن قدرته على الاستكشاف تصبح أكثر نظامية. فهو في هذه السن يستطيع القيام بعمليات Operations، بما يمكنه ممارسة التفكير الانعكاسي، الذي لا يمكن القيام بعمليات تمثل ذهني بدون وجوده. إن الطفل هنا لا يواجه أي مشكلة في إخراج شيء من الصندوق كان قد قام بتقليبه بين يديه.

المتطلبات اللازمة لاكتساب الأفكار الإقليدية:

اتضح لنا من العرض السابق أن الطفل لا يستطيع القيام برسومات لأشكال إقليدية ولا بالتعامل مع الأشكال الإقليدية ما لم تكن لديه قدرة على التمثل الذهني للمشاهد الحسية التي تحتاج بدورها أن يكون الطفل قادرًا على ممارسة التفكير الانعكاسي أو المقلوبي. فالقيام بعمل رسم ما أو بتعرف شكل إقليدي معين ليس مجرد عمل حسي يعتمد على المدركات الحسية للطفل، وإنما هو عملية عقلية بما تعني العبارة من معنى.

إذن، القدرة على ممارسة التفكير الانعكاسي ومن ثم إمكانية تمثل المشاهد الحسية ذهنيًا -تُعد متطلبًا أساسيًا من متطلبات تعلم أو اكتساب الأفكار الإقليدية.

هناك أيضًا متطلبات أخرى لتعلم الأشكال الإقليدية، وفي نفس الوقت هي متطلبات لنمو مفاهيم علمية ورياضية عديدة، هذه المتطلبات سبق لنا أن تناولناها في الفصل الثالث تحت عنوان: «مفاهيم وعمليات متخللة في النمو العقلي»، ما يعنينا من هذه المفاهيم المتخللة هنا مفهومين: الاحتفاظ، والأطر المرجعية (متمثلة في التنسيق بين ما هو أفقي وما هو رأسي). ولقد سبق أن أوضحنا أن التفكير الاحتفاظي يعد شرطًا أساسيًا نستدل منه على بلوغ الطفل مستوى التفكير العملياتي. كما أن التفكير الاحتفاظي، كما أشرنا في الفصل الثالث، يُعد من المفاهيم المتخللة بدرجة كبيرة، بمعنى أن العديد من المفاهيم العلمية والرياضية

لا يستطيع الطفل أن يتعامل معها إجرائيًّا ما لم تكن لديه القدرة على ممارسة التفكير الاحتفاظي.

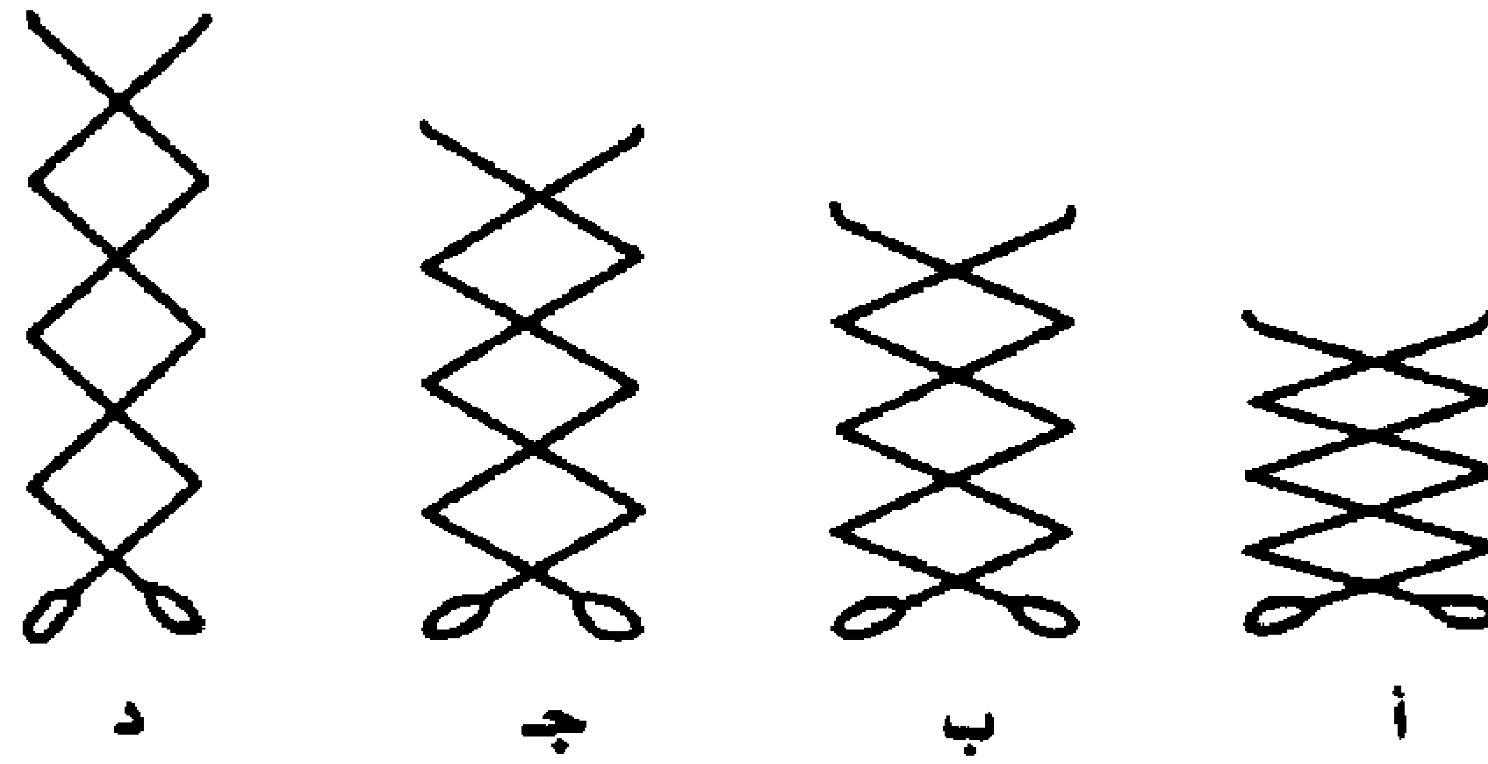
وفيما يتصل بنمو الأفكار الإقليدية لدى الطفل، فإننا في حاجة إلى تحديد الشروط الأساسية اللازمة لتحقيقه (أي النمو). لقد أوضحنا أن التفكير الانعكاسي، ومن ثم التمثل الذهني من الشروط الأساسية. أيضًا هناك الاحتفاظ بالطول والاحتفاظ بالمساحة والاحتفاظ بالحجم (سوف يتم تناولها لاحقًا). وبالإضافة إلي ذلك، فإن هناك ثلاثة متطلبات أخرى، هي: الاحتفاظ بالتوازي - الاحتفاظ بالزوايا - التنسيق بين ما هو رأسي وما هو أفقي.

أولاً: الاحتفاظ بالتوازي: Conservation of Parallelism

نحن نعلم من معرفتنا بالأفكار الهندسية أنه في حالة المربعات والمستطيلات والمعينات، مثلاً، فإن كل ضلعين متقابلين متوازيان. وفي ضوء دراسات بياجيه وتابعي مدرسته الفكرية، فإن التوازي ليس فكرة يتم تقديمها في المدرسة، وإن كان ذلك لا يمنع بل يعزز منه أهمية تقديم أنشطة لتنميتها في المدرسة، وإنما يكتسبها الطفل من خلال تفاعلاته وتعاملاته مع الأنشطة والخبرات البيئية المختلفة.

أيًّا كان الأمر، فإنه إذا اتضح لنا -بشكل أو بآخر- أن التوازي، كمخطط عقلي، لا وجود له في البنية العقلية للطفل أو لم يكتمل نموه لدى الطفل، فإنه من المشكوك فيه أن يكتسب الطفل مفاهيم الهندسة الإقليدية عند المستوى العملياتي، وإنما سيحدث أن يكون الطفل قادرًا فقط على ترديد تلك الأفكار دون استيعاب عقلي حقيقي لما تعنيه تلك الأفكار.

ولتعرف مدى قدرة الطفل على الاحتفاظ بالتوازي، فإننا نستخدم ما يطلق عليه «الملاقط الكسولة» Lazy Tongs، وهي سلسلة من القضبان القابلة للبسط أو الضغط. ويمكن أن يستعاض عنها بعلاقات الملابس التي يمكن بسطها أو ضغطها بنفس فكرة الآلة الموسيقية الأوكورديون».

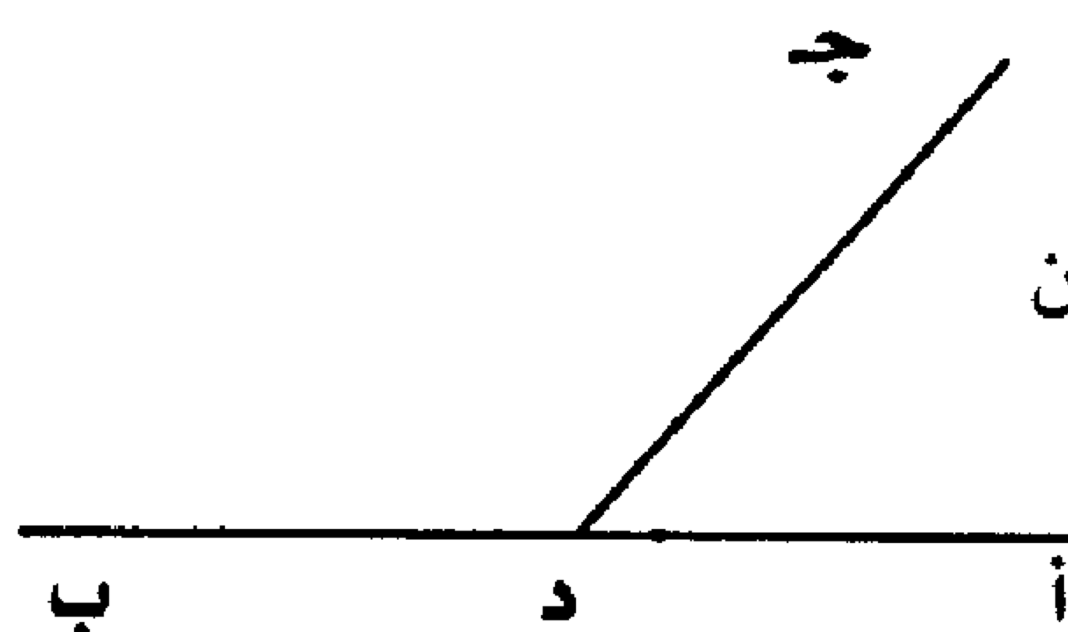


كما هو واضح هنا، فإن الملقطة أو (العُلاَّقة) إذا ما ما قمنا ببسطها و ضغطها (فتحها أو إغلاقها) فإن كل قسم فيها يأخذ شكل «مُعَيَّن»، كل ضلعين متقابلين فيه متوازيان. وتظل خاصية التوازي هذه كما هي مهما بسطنا أو ضغطنا أذرع الملقطة. فهل يدري الطفل هذه الخاصية (خاصية الاحتفاظ بالتوازي)؟

لمعرفة ذلك، فإن المهمة تتلخص ببساطة في أن يشاهد الطفل الملقطة وهي في الوضع المنضغط (أ) ويفحصها جيدًا، ثم يطلب منه أن يرسم الملقطة وفقًا لما يتصور أن وضعها سيكون عليه لو قمنا ببسطها (كما هو في ب). وتكرار ذلك الأمر مع فرضية أنها ستكون في الوضع (جـ) ثم (د). نحن نفترض هنا أن الطفل لديه قدرة على الرسم. وفي حالة عدم وجود هذه القدرة، يمكننا أن نقدم له رسومات متعددة بينها بديل واحد صحيح، ونطلب من الطفل أن يختار الرسم الذي يتصور أنه ينطبق على وضع الملقطة عند فتحها.

يشير رونالد جود(*) إلى أن نتائج الدراسات توضح أنه ليس قبل سن السابعة أو الثامنة حتى يستطيع الأطفال عمل رسومات دقيقة للتحولات التي تحدث في أشكال المعينات مع الاحتفاظ بتوازي الأضلاع، ومع ذلك، فإن هذه القدرة لا تكتمل لدى معظم الأطفال قبل سن التاسعة أو العاشرة.

ثانيًا: الاحتفاظ بالزوايا: Conservation of Angles



لتعرف مدى قدرة الطفل على الاحتفاظ بالزوايا نطلب من الطفل أن يشاهد رسمًا كالموضح هنا وأن يفحصه جيدًا، وذلك قبل أن يبدأ بعمل رسم

(*) (Good, 1977, pp. 69 - 70).

مماثل له. الطفل مزود بورقة وقلم وخيط ومسطرة وفرجار. من غير المسموح له أن ينسخ أو يستشف الرسم أو أن يستخدم المنقلة. وبناء عليه، فإننا نسمح له بأن ينظر إلى الرسم أو أن يتأمله كيفما شاء، ولكن قبل قيامه بعمل الرسم الخاص به.

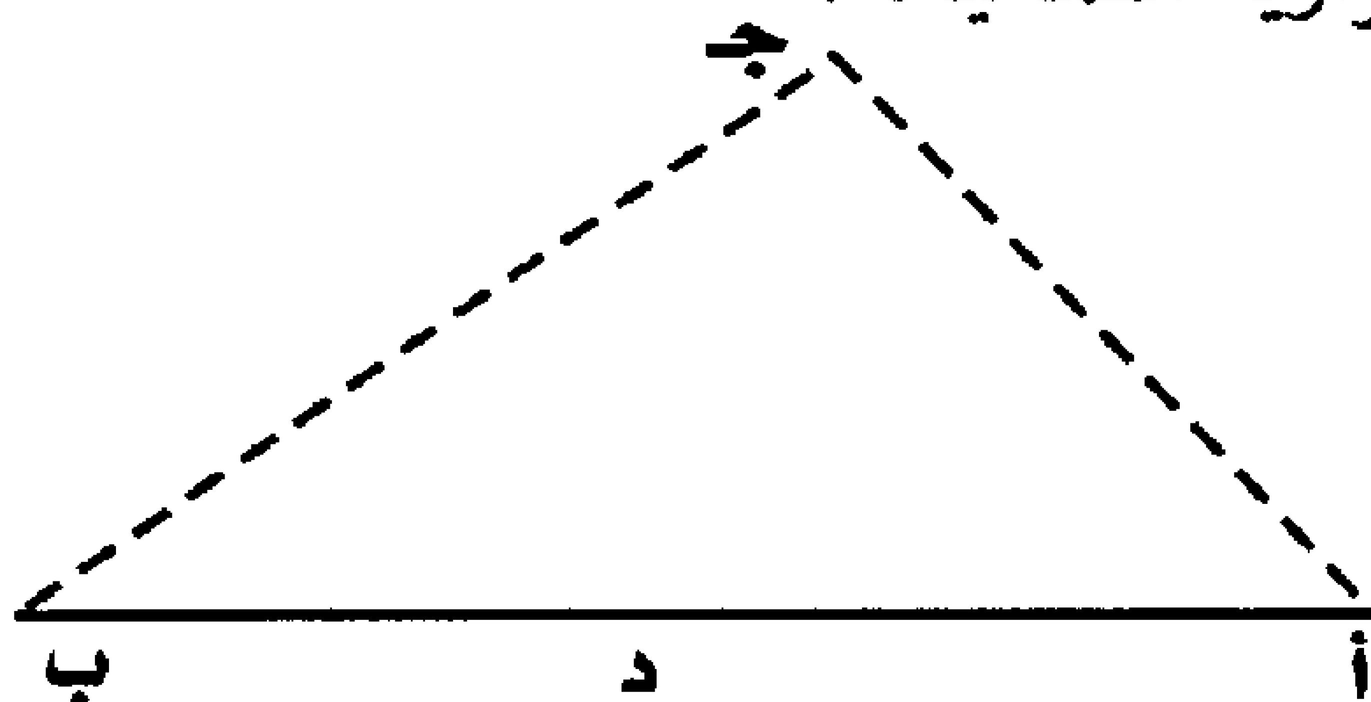
توضح نتائج الدراسات أن تطور قدرة الطفل على الاحتفاظ بالزوايا تمر بأربع مراحل:

الأولى: قبل سن السادسة وفيها يكون الطفل غير قادر على قياس طول الخط، وبالتالي لا يستطيع أن يتعامل مع الموقف، ولا يحاول استخدام أي من الأدوات المتاحة له.

الثانية: يستطيع الطفل قياس الأطوال. ومن ثم فإن النقطة توضع في مكانها الصحيح على الخط (أ ب). أما بالنسبة للخط (د جـ)، فإن الطفل يواجه صعوبة في تشييده. كما أنه قد لا يستخدم الأدوات المتاحة له.

الثالثة: قد يحاول الطفل زلق المسطرة من وضع ما على الخط (د جـ) إلى الرسم الذي يقوم بتشييد دون إحداث تغيير في الزاوية، مما يعني أنه يحاول استخدام فكرة التوازي. وهذا يعني أنهم قادرون على حل مشكلات القياس الخطي، ولكنهم غير قادرين على حل مشكلات القياس الزاوي.

خلال الجزء الأخير من هذه المرحلة، فإن الطفل قد يتعامل مع الرسم على أنه نظام من الزوايا، ومن ثم يقوم بعمل القياسات الضرورية لكل من (أ جـ)، (ب جـ) وذلك بقياس المسافة (أ جـ) على النموذج باستخدام الفرجار مع رسم قوس عند النقطة (جـ)، وعندئذ يقوم بقياس (جـ ب) على النموذج باستخدام الفرجار أيضًا، مع رسم قوس عند النقطة (جـ) التي يتقاطع عندها القوسان. وبناء عليه يستطيع الطفل رسم (جـ د) بالزاوية الصحيحة.



الرابعة: في هذه المرحلة، والتي يكون الطفل قد اقترب فيها من العاشرة أو الحادية عشرة، فإنه يتعامل مع الموقف بشكل إجرائي. وهنا لا يعتمد على المحاولة والخطأ، وإنما يقوم بقياس أقصر مسافة من (جـ) على الخط (أ ب) (العمود) وذلك على الرسم الأصلي، ومن ثم يقوم بوضع نقطة (هـ) على الخط (أ ب). عندئذ يقوم بوضع نقطة (هـ) على الرسم الذي قام بتشييده عن طريق قياس المسافة (د -هـ) على الرسم الأصلي. بعد ذلك يقوم بإسقاط العمود (جـ هـ) على (أ ب) في الرسم الذي يقوم بتشييده، الأمر الذي يمكّنه من رسم الخط (د جـ) بالزاوية الصحيحة.

جـ
ب د هـ أ

أيًّا كانت الطريقة المستخدمة هنا، فإن الطفل قد بدأ في استخدام طريقة منظمة في التفكير عند التعامل مع الموقف بشكل يدل على قدرته على الاحتفاظ بالزوايا.

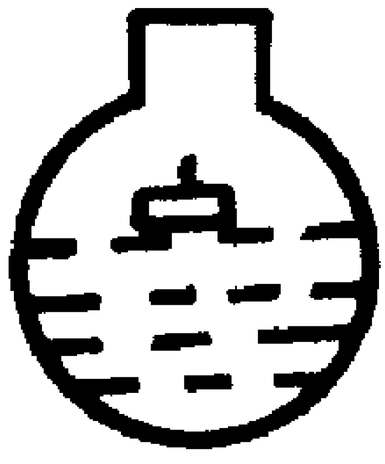
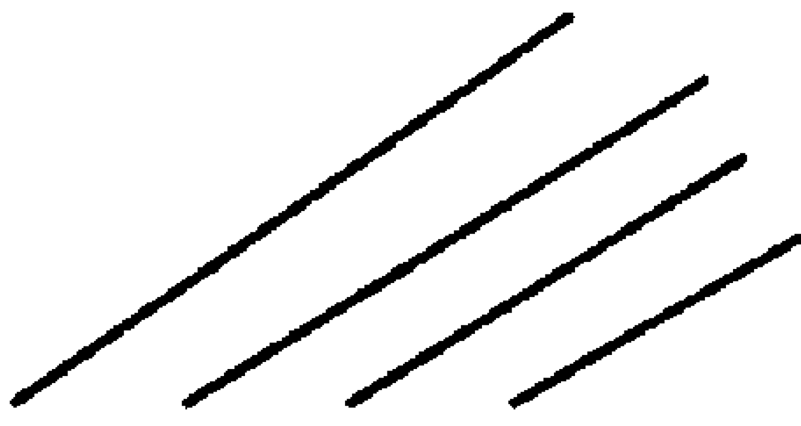
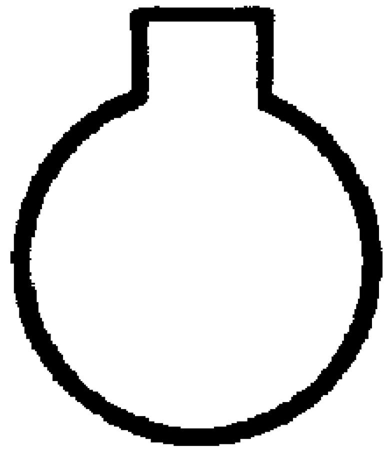
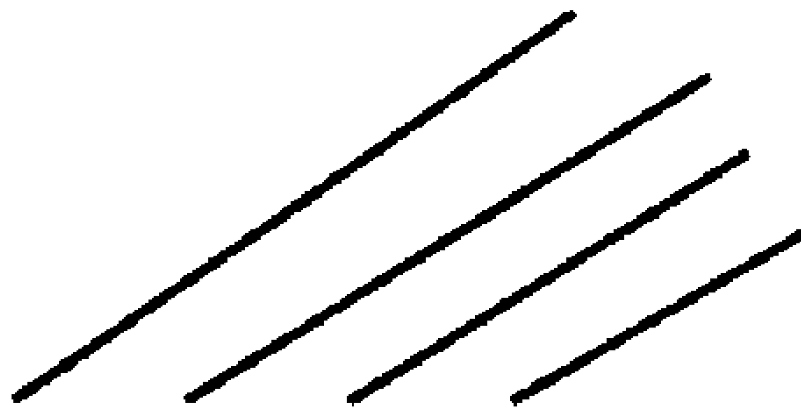
ثالثا: التنسيق بين المحاور الرأسية والأفقية:

Vertical and Horizontal Coordinates

أوضحنا من قبلُ في الفصل الثالث من الدليل الحالي أهمية أن تكون هناك أطر مرجعية Frames of Refrences يستند إليها الفرد عند تعامله مع مواقف عديدة. وتتمثل هذه الأطر في أن يكون قادرًا على تحديد موقعه، أو موقع أي شيء بالنسبة لأي شيء آخر: يمينًا أو يسارًا، للأمام أو الخلف، من أعلى إلى أسفل، أو العكس. هذه الأطر المرجعية تحمل في طياتها قدرة الفرد على ممارسة التفكير الانعكاسي، عند التحرك من اليمين إلى اليسار، مثلاً، والعكس.

وبدون أن تكون لدى الطفل هذه الأطر المرجعية، فإنه يعجز عن ممارسة التفكير العملياتي. وفي ضوء ذلك، فإنه ينبغي أن يكون قادرًا على التنسيق بين ما هو أفقي وما هو رأسي. وقد أوضحنا كيفية ذلك في الفصل الثالث.

وهذه القدرة، التنسيق بين ما هو رأسي وما هو أفقي، هامة في تحديد مدى قدرة الطفل على التعامل مع الأشكال الإقليدية بشكل إجرائي.

ونعيد فقط التذكير بـالمهمة المستخدمة في ذلك والتي تتمثل في استخدام دورق به ماء إلى المنتصف تقريبًا. وعلى سطح الماء قطعة صغيـرة من الفلّين مغروس بهـا إبرة رأسيًا. يرى الطفل المـاء أفـقـيًّـا في الدورق والإبرة رأسية، عندئذ نسـأله، وهو يرى دورقًا آخر فارغًا، مـا الذي يحدث لسطح الماء وللإبرة لو أننا أملـنا الدورق هكذا؟ ونقـوم بـإمـالة الدورق الفارغ ونطلب منه أن يرسم سطح الماء في هذه الحالة.

نكرر السؤال بافتراض أننا قد أملنا الدورق الأول بزاوية أكثر.

وقد أوضحت الرسومات التي قام بها الأطفال(*) أنه ليس قبل التاسعة أو العاشرة تقريبًا حتى تصبح لدى هؤلاء الأطفـال قدرة على التنسيق بين ما هو رأسي (الإبرة) وما هو أفـقي (سطح الماء). أما فـيما قـبل هذه السن، فإنهم يرسـمون سطح الماء موازيًا لقاعدة الدورق. أي أنهم قد استخدموا قاعدة الدورق كمرجع وليس الوسط المحيط (أي المنضدة الموضوع عليها الدورق). إن الإطار المرجعي لهؤلاء الأطفال هو إطار مرجعي ساكن وليس إطارًا مرجعيًّا مرنًا.

خاتمة:

أوضحت لنا الصفحات السابقة أن توفيـر أنشطة خاصة بالعلاقات الطوبولوجية للأطفال في سنيِّ حياتهم الأولـى؛ قبل رياض الأطفال وفـي ريـاض الأطـفـال متطلب أساسي لبدء تقديم أنشطة وخبرات هندسية إقليدية.

كما أوضحت الصفحات السابقة، أيضًا، أن مجرد تقديم أفكار إقليدية للأطفال وتجاوبهم (ظاهريًّـا) معهـا لا يعني أن هذه الأفكار قد أصبـحت جزءًا من بنيـتهم العقلية الوظيفية، وإنما لكي نكون مطمئنين إلى أنهـا قد أصبحت جزءًا أساسيًّا من هذه البنية العقلية، فإنهم ينبغي أن يكونوا قادرين على:

(*) (Good, 1977, pp. 70, 71).

١- تمثُّل الأشكال الإقليدية ذهنيًّا. وهذا التمثل له مؤشران: الأول: قدرته على رسم شكل إقليدي بصورة صحيحة، والثاني: قدرته على تمييز شكل إقليدي سبق له التعامل معه حسيًا باللمس، وذلك من بين مجموعة أخرى من الأشكال الإقليدية.

٢- الاحتفاظ بالطول والمسافة والمساحة والتوازي والزوايا.

٣- التنسيق بين المحاور الأفقية والرأسية بشكل يدل على تمكنهم من استخدام الأطر المرجعية بشكل سليم.

في ضوء ذلك، فإن علينا كآباء وكمربين أن نوفر لهؤلاء الأطفال ألوانًا من النشاط والخبرات، على غرار ما هو متضمن في صفحات الكتاب، وأن نتيح لهم الفرصة للتفاعل مع المواقف بشكل عملي، وأن تكون لديهم الفرصة للتفاعل مع بعضهم البعض ومع الكبار. إن توفير مثل هذه الشروط يؤهل الأطفال لاكتساب تلك المفاهيم في توقيت مبكر ويسهم في تكوين بنية عقلية عملية رياضية وظيفية لهم.

لقد أوضحنا من قبلُ، ووفقًا لتصورات بياجيه، أن مشاهدة الطفل لشيء ليست كافية لتكوين مفاهيمه عن الشيء، وإنما ينبغي أن تكون هناك أفعال actions يقوم بها هو بنفسه على هذا الشيء. وفي الحالات الموضحة في الصفحات السابقة، فإن هذه الأفعال تتمثل في تحركات أصابع الطفل حول حدود الشيء، الأمر الذي يمكنه من استخلاص شكل الشيء. هذا الاستخلاص (التجريد) abstraction يتحقق على أساس ما يقوم به الطفل من أفعال وممارسات على هذا الشيء، وليس على أساس الشيء نفسه.

لذا، فإننا نؤكد ثانية على أهمية:

١- توفير ألوان متعددة من النشاط والخبرات.

٢- تمكين الطفل من التفاعل المباشر مع الأشياء.

٣- إتاحة الفرصة للطفل للتفاعل الاجتماعي مع الآخرين والتحاور معهم.

عندما يحدث ذلك، فإن هناك فرصة كبيرة لتنمية القدرات العقلية للطفل، وخصوصا ما يمكن تسميته التفكير المكاني Spatial Thinking.

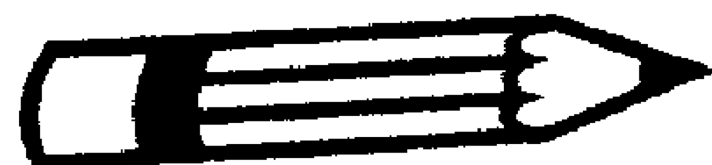
ثالثًا: الهندسة الإسقاطية
Projective Geometry

مقدمة:

لعلنا في البداية نحتاج فقط إلى أن نتذكر أن موضع الاهتمام الرئيس في الطوبولوجي كان منصبًا على العلاقات الخاصة بالتقارب والفصل والترتيب والتطويق، وفي مرحلة أكثر تطورًا وتعقيدًا، بالتواصل واللانهائية. لا تعني الطوبولوجيا بالقياسات الكمية، ومن ثم فالاحتفاظ، وفقًا لما أشرنا إليه في الفصل الثاني والصفحات السابقة، لا معنى له من المنظور الطوبولوجي.

نذكر أنفسنا أيضًا بأن الهندسة الإقليدية هي ذلك النوع من الهندسة الذي يُعنى بدراسة الأشكال الجامدة ذات الأبعاد الثابتة والمواصفات التي لا تتغير في الشكل الواحد. فنحن نتحدث، مثلاً عن مثلث له أضلاع ثلاثة، لكل منها طول معين، وبين كل ضلعين زاوية معينة. وبالتالي، لو كان لدينا مثلثان، وأردنا المقارنة بينهما، فإن المقارنة تنصبُّ على مدى تطابقهما (أو وجود فروق بينهما) في أطوال الأضلاع وفي قياسات الزوايا بين كل ضعلين، وفي نفس الوقت، فإننا نعرف من خلال القياسات أن مجموع زوايا أي مثلث = ١٨٠ درجة.

تنتقل بنا الهندسة الإسقاطية نقلة أخرى لها مذاقها العقلي الخاص بها. فنحن هنا نتجاوز فكرة القياسات الكمية إلى مرحلة التخيل والقدرة على التنبؤ بوضع ما. بمعنى آخر، فإننا في الهندسة الإسقاطية لا نفكر في شيء ما على أنه كينونة منعزلة أو مستقلة Separated or independent entity عن الأشياء الأخرى، وإنما يتم التعامل معه في ضوء علاقته بالكيفية التي يبدو عليها من منظور معين أو زاوية معينة. فلنفكر ، مثلاً، في هذا القلم:



إن الكيفية التي «يبدو» عليهـا القلم، كما هو موضح بالرسم، تختلف تمامًا عن الكيفية التي «يبدو» عليـها لو نظرنا إليه من إحدى نهايتيه (حيث سـيبدو على هيئة نقطة أو دائرة صغيـرة). أي أن العلاقة بين الـمُشاهد والقلم هنا هي بمثـابة «علاقة منظورية» Perspective Relationship. وهنا تجـدر الإشارة إلى أن قامـوس المورد يعرِّف «المنظورية» Perspectiveness على أنها «بُدُو» الأشـياء للعين وفقًـا لبعدها النسبي ومواقعها النسبية.

وهنا ينبغـي أن نتوقف لإيضاح نقطة مـعينة خاصـة بالفرق بين «التـقارب» في العلاقات الطوبولوجية وبين «المنظورية» في الهندسة الإسـقاطية، هذا الفرق يتمثل في أن الطفل يرى شيئًا ما على أنه «كبيـر» على نحو مطلق، أو «صغير» على نحو مطلق، بينما في الهندسة الإسـقاطية، فإن الشيء قد يبدو لنا «كبيرًا» أو يبدو لنا «صغيرًا» وفقًا لموقعه منا ولموقعنا منه.

ولنأخذ مـثالاً يوضح لنا ذلك. إذا قام فنان مـاهر برسم لوحة رائعة بهـا نهر، وعلى البعد نجد شخصًا مـا موجودًا في الرسم. هذا الشخص، وفقًا للطفل الذي ينظر إلى الأشيـاء من زاوية طوبولوجية يرى هذا الشخص «صـغيرًا». أما بالنـسبة للطفل في مرحلة العمـليات الحسية وما بعـدها، فإن هذا الشخص يبدو «صغيرًا» هل هو صغيـر بالفعل؟ لا، ولكنه يبدو لنا صـغيرًا؛ لماذا يبدو صغـيرًا؟ لأنه على مسافة بعيدة.

أيضًا، فإن الهندسة الإسقاطية تتضمن الكيفية التي يبدو عليها شيء ما لو أسقط على شيء آخر. فعلى سبيل المثال، ما الذي سـيبدو عليه ظل قلم موضوع بشكل رأسي أو أفقي أو مائل في طريق أشـعة ضوئية؟ كيف سيبـدو الظل على الشاشة؟ مطلوب من الطفل هنا أن يتخيل وأن يتنبأ (راجع الفصل الثـالث في الجزء الخاص بالتـخيل والتنبـؤ) بشكل الظل عندمـا يكون القلم في أوضـاع مخـتلفة، ولهـذا السبب، فـإنه يشار في بعض الأحيان إلى الهندسـة الإسقاطية على أنهـا «هندسة الظلال» Shadow Geometry.

علينا، إذن، أن ندرك أنه لا يمـكن لمفاهيم الهـندسة الإسـقـاطية (أو هندسـة

الظلال، أن تتطور لدى الطفل مـا لم تكن لديه القدرة على التـخيل Imagination و/ أو التنبؤ Prediction. مثل هذه القدرة لا تتكون بشكل تلقائي وإنما تحتاج إلى توفير خبرات وأنشطة طبيعية للطفل يتفاعل معها ومع المحيطين به، لتكون حصيلة هذه الأفعال والتفاعلات هي نمو هذه القدرات، بالإضافة إلى قدرات أخرى.

التخيل و/ أو التنبـؤ بمثابة توقعات expectations لا يمكن أن يقوم بها الطفـل ما لم تكن لديه المخططات العقليـة الأساسيـة التي تؤهله لذلك. وهذه المخططات لا تنشأ من فراغ أو بشكل تلقـائي، وإنما كاستخلاصات تعكس حـصيلة تفاعلات الطفل وممارساته مع خبرات وأنشطة حسية مـتنوعة. ولعل المهمات التي سنعرضها هنا لتعرف مدى تطور مفاهيم الهندسة الإسقاطية لدى الطفل تمثِّل في نفس الوقت أرضية يمكن البناء عليـها لتجهيز أنـشطة وخبرات يتفاعل معـها الأطفال منذ سنيِّ حياتهم المبكرة في مرحلة ما قبل العـمليات الحسية، الأمر الذي يؤدي إلى بلوغهم مستوى العمليات الحسـية بشكل طبيعي، وربما -وهذا هو المأمول- بشكل أسرع مما تشير إليه نتائج الدراسات. إن ذلك يعني أنه ينبـغي علينا أن نبذل جهودًا مقصودة في هذه المجال من قِبلنا، كآباء وكمربين، ولا نترك الأمر للعشوائية والعفوية.

والصـفحـات التاليـة تتضـمن ثلاثة موضـوعات تمثل جـوهر دراسة المفـاهيم الإسقـاطية، وهي: المنظور الخطي (الاسـتقامـة) -مشاهدة الأشـياء من منظورات مختلفة- إسقاط الظلال(*).

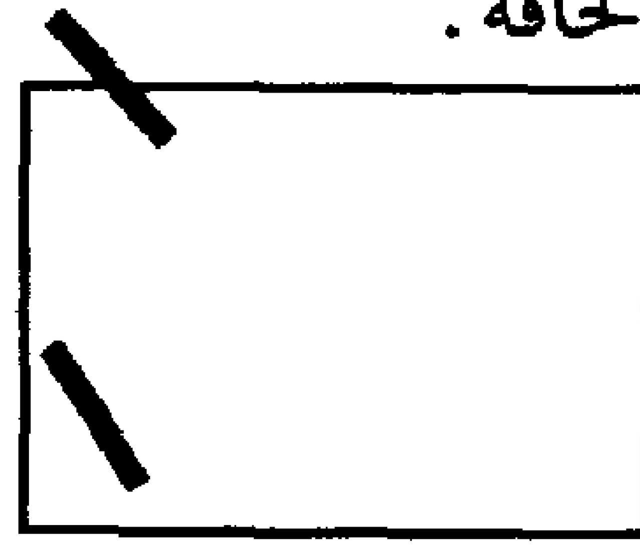
المنظور الخطي أو الطولي (الاستقامة):

Linear Perspectiveness
(Straightness)

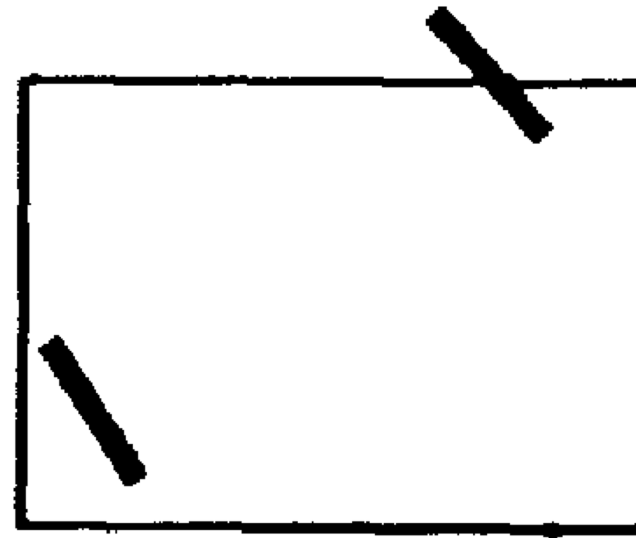
في البداية ينبغي أن نشير إلى أن مفهوم الاستقامة يعد من المفاهيم الإقليدية، باعتبار الاستقـامة تمثل خاصيـة من خواص شكل ما له أبعاده الصـارمة غير المتـغيرة. إلا أننا نتناوله هنا من زاوية أخرى هي الزاوية المنظورية التي تستند إلى تعرف مدى قدرة الطفل على تخيل وضع ما أو التنبؤ بما سيكون عليه شيء ما تحت شروط معينة.

(*) انظر: (1-Good,1977,pp.69-70-2- Copeland,1979, pp.360-370).

لتعرف مدى قدرة الطفل على إدراك استقامة شيء معين، فإن المهمة تقتضي من القائم بها أن يستخدم عددًا من أعواد الثقاب يتراوح بين ١٥، ٢٠. كل واحد منها مثبت في قاعدة لدائنيه (من البلاستيك) صغيرة؛ بحيث تكون الأعواد في وضع رأسي. أيضًا فإننا في حاجة إلى منضدة مربعة أو مستطيلة. يقوم القائم بالمهمة بوضع عودين في وضع رأسي على المنضدة؛ بحيث يكون بُعد كل منهما عن الحافة مساويًا لبعد العمود الآخر عن الحافة (أي يكون العودان موازيين للحافة)، ويكون العودان على مسافة قصيرة من الحافة.



يشاهد الطفل العودين على المنضدة ويفحص الموقف جيدًا. ولا بأس في أن يطلب القائم بالمهمة من الطفل أن ينظر إلى العودين على أنهما عمودا كهرباء. عندئذ يُطلب من الطفل أن يقوم بتعبئة الفراغ بين العمودين بأعمدة أخرى (من تلك الموجودة بالقرب منه؛ بحيث تظهر جميع الأعمدة على خط واحد (أي يكون صف الأعمدة مستقيمًا).



بعد ذلك يتم تغيير وضع العمودين؛ بحيث لا يكونان موازيين لحافة المنضدة (بمعنى أن يكون أحدهما قريبًا من حافة المنضدة والآخر بعيدًا بعض الشيء عن حافة المنضدة).

ما الذي يعنيه ذلك؟ إن ذلك يعني أنه إذا كان الطفل في المهمة الأولى قد اتخذ حافة المنضدة كإطار مرجعي، باعتبار أن العمودين على نفس المسافة من الحافة، فإنه هنا لن يتمكن من استخدام حافة المنضدة كإطار مرجعي.

أيضًا، يمكن للمهمة أن تتخذ شكلاً آخر. كأن نستخدم منضدة دائرية يوضع عليها العمودان (عودا الثقاب)؛ بحيث يقطع الخط (الافتراضي) الواصل بينهما

مركز الدائرة، ثم يطلب من الطفل أن يقوم بتعبئة الحيز بين العمودين بحيث يكون الخط الواصل بين العمودين مستقيمًا. كذلك يمكن للقائم بالمهمة أن يضع مجموعة من الأعمدة فى شكل زجزاجي، ثم يطلب من الطفل ترتيبها لكي تأخذ شكل خط مستقيم.

مثل هذه المهمات تساعدنا فى التعرف على مدى استيعاب الطفل لمفهوم «الاستقامة» Straightness؛ حيث يتبين لنا من خلالها مدى قدرة الطفل على تحديد أو اتخاذ هدف taking aim، وذلك من زاوية منظورية معينة يتم فيها التنسيق بين وضع المشاهِد ووضع الشيء المشاهَد. ففي حالة أعواد الثقاب، فإن وضعها في صف واحد يتطلب أن يكون المنظور هو نقطة النهاية. أي أن التخيل يبرز هنا كمتطلب أساسي لعمل تصور منظوري صحيح، وليس فقط مجرد الإدراك الحسي للخطوط المستقيمة الساقطة في أي اتجاه. المطلوب من الطفل هنا أن يقف خلف أحد العمودين ويصف أعواد الثقاب بين العمودين، بحيث تكون الأعواد غير مرئية له في هذا الوضع.

توضح النتائج البحثية في هذا الصدد أن الأطفال يمرون عادة بثلاث مراحل حتى تكتمل قدرتهم على التعامل المناسب مع مفهوم الاستقامة:

١- في المرحلة الأولى، وعادة ما تكون قبل الرابعة والنصف، فإن الطفل لا يستطيع تشييد الخط المستقيم (وضع الأعواد على امتداد واحد) حتى لو كان ذلك الخط موازيًا لحافة المنضدة. والخط الذي يقوم بعمله يكون متموجًا. يستطيع الطفل وضع الأعواد على امتداد واحد في حالة واحدة فقط، وهي أن يكون العمودان المرجعيان ملامسين لحافة المنضدة.

٢- وفي المرحلة الثانية، وتبدأ من الرابعة حتى ما قبل السابعة، وفيها يستطيع الطفل وضع الأعمدة على خط واحد في حالة ما إذا كان العمودان قريبين من حافة المنضدة، أو كانت المسافة بينهما قصيرة.

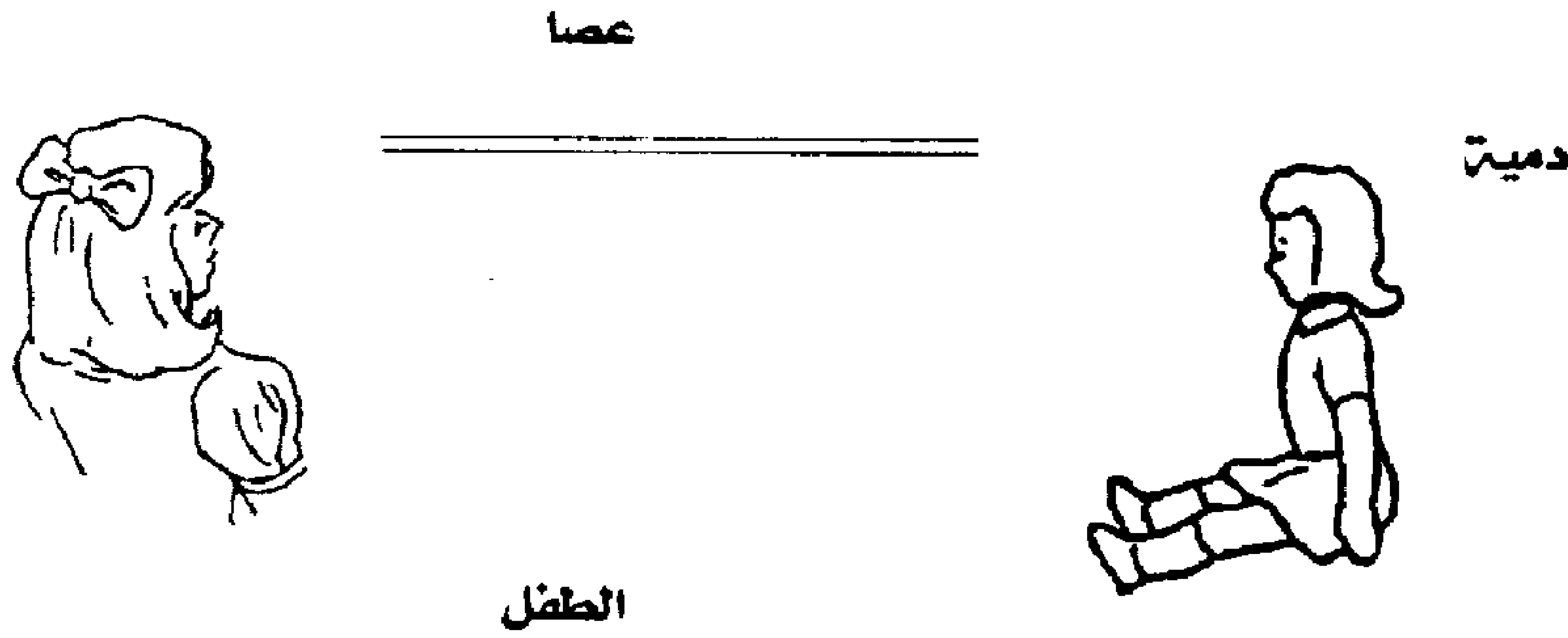
٣- وفي المرحلة الثالثة، وتبدأ عند سن السابعة تقريبًا، وفيها يكون الطفل قادرًا على التصويب تجاه الهدف Sighting or taking aim، بحيث يستطيع بغير

مشقة أن يصُفَّ الأعمدة على هيئة خط مستقيم. الطفل هنا قد تحرر من الانطباعات الحسية، الأمر الذي يجعله قادراً على تشييد خط مستقيم من الأعمدة دون الحاجة إلى وجود نظام مرجعي خارجي، مثل حافة المنضدة.

رؤية الأشياء من منظورات (زوايا) مختلفة:

Objects Seen in Perspective

للتعرف على مدى فهم الطفل لفكرة التصور المنظوري (أي الكيفية التى تبدو بها الأشياء إذا نظر إليها من زوايا أو مواضع مختلفة) فإن بياجيه قد استخدم مهمة توضع فيها عصا أمام الطفل، وعلى امتداد إحدى نهايتي العصا توضع دمية، حيث يفترض أن يرى الطفل العصا بكامل امتدادها، بينما الدمية ترى العصا كدائرة صغيرة فقط، وذلك كما هو موضح بالشكل.



يطلب القائم بالمهمة من الطفل أن يرسم العصا بالشكل الذي «تبدو» عليه بالنسبة له وبالنسبة للدمية.

يشير كوبلاند(*) إلى أن فهم الطفل للكيفية التي تبدو بها الأشياء من منظورات مختلفة يمر بمراحل ثلاث:

١- في المرحلة الأولى، وتقع فيما قبل سن الرابعة، فإن الأطفال لا يُظهرون أي فهم على الإطلاق.

٢- في المرحلة الثانية، وتقع فيما بين الرابعة وحتى السابعة تقريبًا، فإن الطفل قد

(*) (Copeland, 1979,pp.366-367).

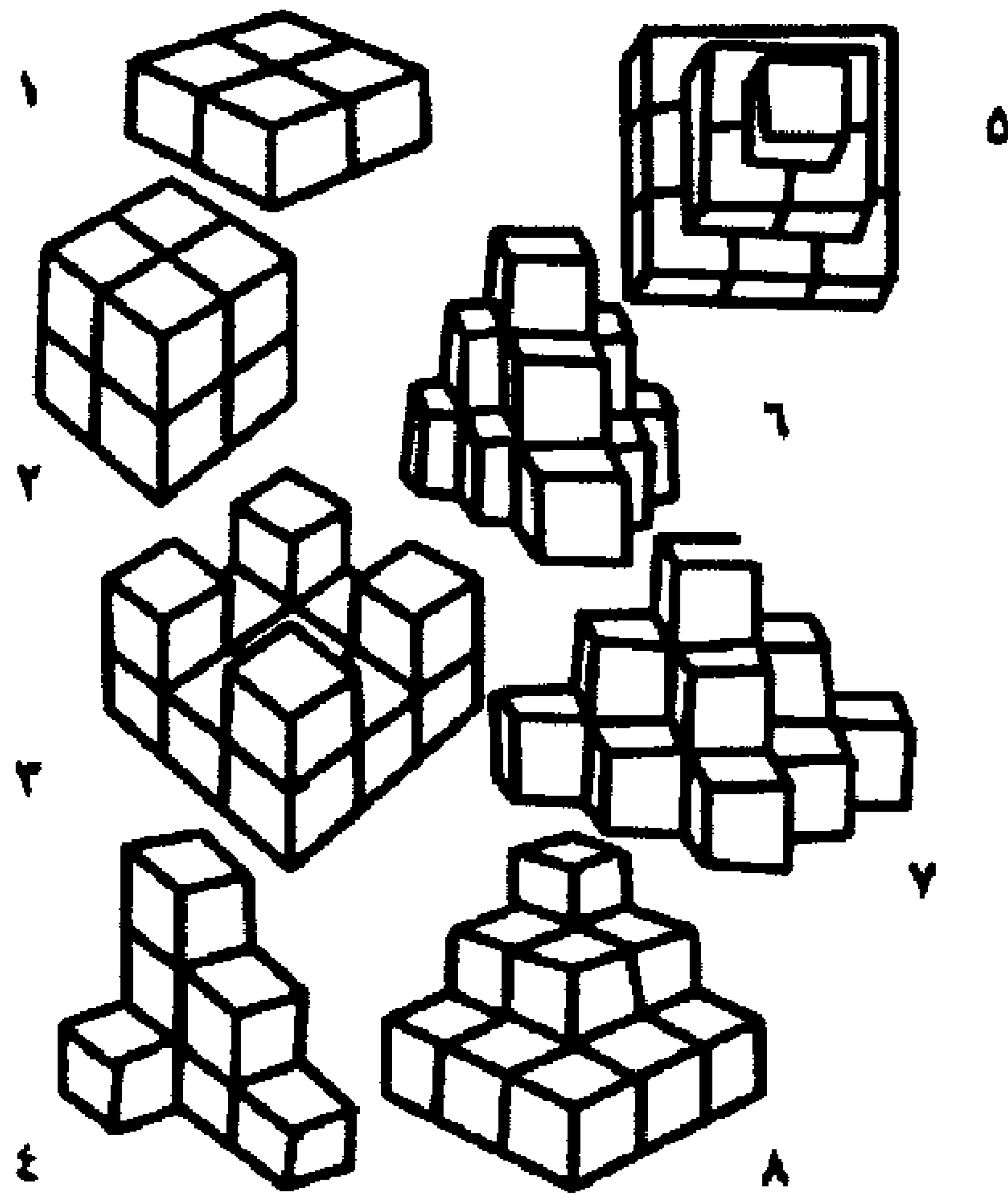
يُخفق كليًّا أو جزئيًّا في التمييز بين المنظورات المختلفة. فعند المستوى الأدنى من هذه المرحلة (من الرابعة حتى الخامسة والنصف تقريبًا) فإن الطفل يقوم برسم الشيء بمعزل عن الوضع المنظوري، وليس على أساس الكيفية التي يبدو عليها من الزاوية التي ينظر منها إليه. وعند المستوى الأعلى (من الخامسة والنصف حتى السابعة تقريبًا) يبدأ الطفل في التمييز بين وجهات النظر المختلفة، وذلك بشكل تدريجي.

٣- وفي المرحلة الثالثة، التي تبدأ عند السابعة وتكتمل عند الثانية والنصف تقريبًا، يدرك الطفل أن إمالة جسم معين تجعله يبدو أصغر، وكلما ازدادت درجة الإمالة يستمر في بُدُوِّه بشكل أصغر، حتى إذا وُضع على سطح المنضدة في وضع أفقي فإنه يبدو كدائرة صغيرة.

وهكذا فإنه ليس قبل الثامنة، وربما التاسعة، حتى يستطيع الطفل رسم الأشياء بشكل صحيح عند النظر إليها من زوايا مختلفة.

في دراسة أجراها جود (Good, 1972) على ستين طفلاً في مراحل الروضة وحتى الصف الرابع الابتدائي، فإنه قد استخدم مهمة تضمنت تقديم رسومات لأبنية مختلفة مكونة من مكعبات. وكما نعلم فإن الرسم عبارة عن شكل له بُعدان (طول، وعرض)، أما البناء الفعلي، فهو شكل له ثلاثة أبعاد (طول، وعرض، وارتفاع). أيضًا، فإننا عندما نعرض رسمًا ما على طفل (أو أي فرد)، فإن الجزء الخلفي من الشكل الذي يعبر عنه الرسم يكون مختفيًا وغير ظاهر، ومن ثم فإنه ينبغي علينا أن نتخيل شكل هذا الجزء المختفي.

تتلخص المهمة التي قدمها جود للأطفال في أنه كان يقدم للطفل رسمًا ما لبناء معين من المكعبات، ويطلب من الطفل من خلال مكعبات معطاة له أن يقوم بتشييد البناء اللازمة الذي يعبر عنه الرسم. وقبل أن يقوم بعملية التشييد يطلب القائم بالمهمة من الطفل أن يحدد في البداية عدد المكعبات لتشييد البناء المتضمن في الرسم.



في أثناء قيام الطفل بالتشييد الفعلي للبناية بواسطة المكعبات الموجودة معه يظل الرسم الخاص بالبناية موجودًا أمام الطفل حتى ينتهي من العمل، وعندما يبدي الطفل رضاه عن العمل الذي قام به وتقديم تفسيره لذلك- يقوم القائم بالمهمة بتقديم رسم آخر للطفل، ويطلب منه تحديد عدد المكعبات اللازمة لتشييد البناية الموجود في الرسم، ثم القيام بالبناء الفعلي باستخدام المكعبات. أيضًا، فإن القائم بالمهمة كان يقوم بتسجيل الفترة الزمنية التي استغرقها الطفل في تشييد البناية وذلك دون أن يشعر الطفل بذلك.

وقد أوضحت النتائج بصفة عامة أن الأطفال كانوا يحققون درجة محدودة من النجاح عندما كان يطلب منهم التنبؤ بعدد المكعبات المطلوبة لتشييد الأبنية المتضمنة في الرسومات، وكانت درجة النجاح تتزايد عندما يقوم الأطفال بالتشييد الفعلي للأبنية. وتَمثَّل ذلك النجاح في أنهم كانوا يطلبون مكعبًا أو أكثر -أثناء عملية التشييد- زيادة عن العدد الذي تنبَّئوا به في البداية.

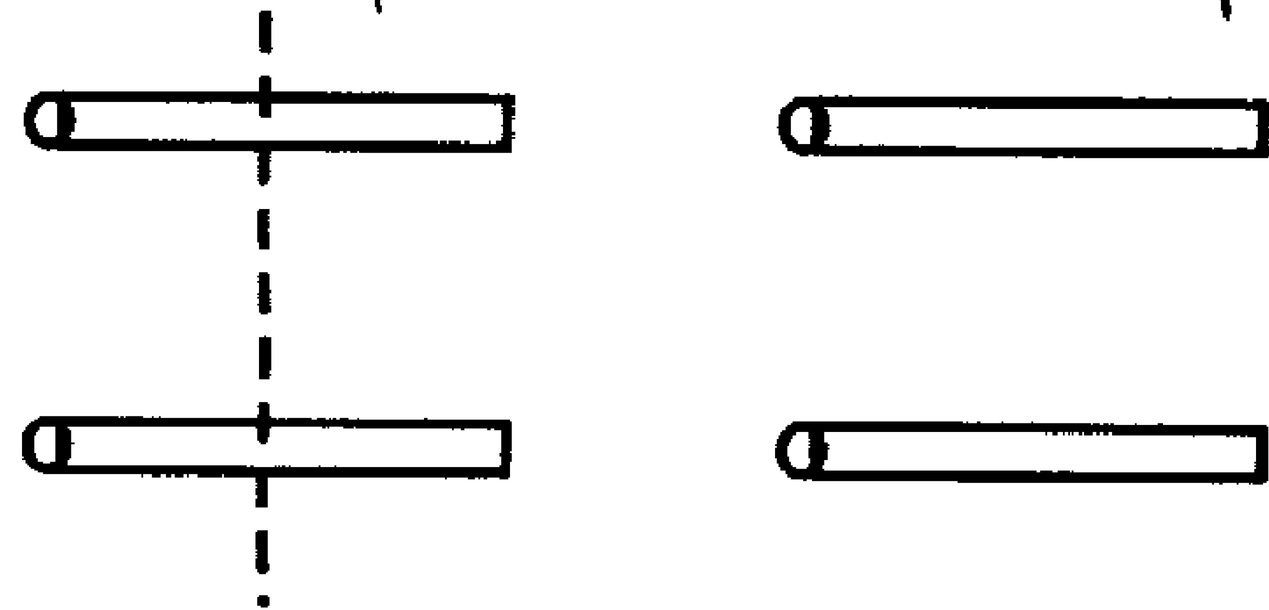
وبالإضافة إلى ذلك، فإن هناك بعض الأبنية كان تشييدها يمثل درجة من الصعوبة أكبر من تلك التي كان الأطفال يواجهونها عند تشييد أبنية أخرى. فلقد كان أكثر الأبنية صعوبة عند التشييد هو ذلك الخاص بالشكل(٦) يليه (٥، ٧، ٨).

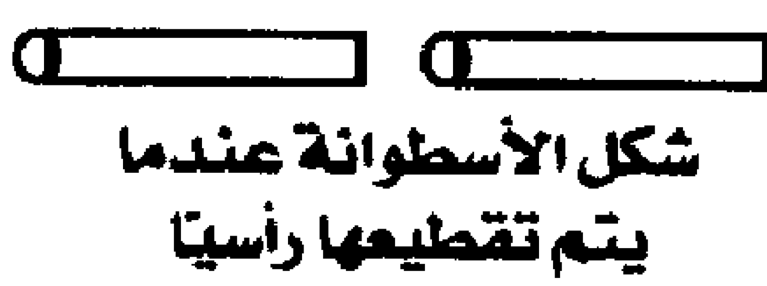
كما هو واضح، فإن المتطلب الأساسي اللازم لتحويل شكل ذي بعدين

(الرسم) إلى شكل ذي ثلاثة أبعاد (البناية) هو التخيل. وبدون وجود مثل هذه القدرة لدى الطفل يشق عليه تشييد البناية على نحو صحيح. هذا التخيل يمكِّنه من تمثل شكل البناية ذهنيًّا وهي في وضعها الفعلي بعد أن يتخيل شكل الجزء المختفي من البناية في الرسم. وهذا يتطلب منا كآباء وكمربين أن نقدم ألوانًا متعددة من النشاط والخبرات التي يتفاعل معها الأطفال ويمارسون فيها قدرًا كبيرًا من التخيل والتمثل الذهني للمشاهد الحسية.

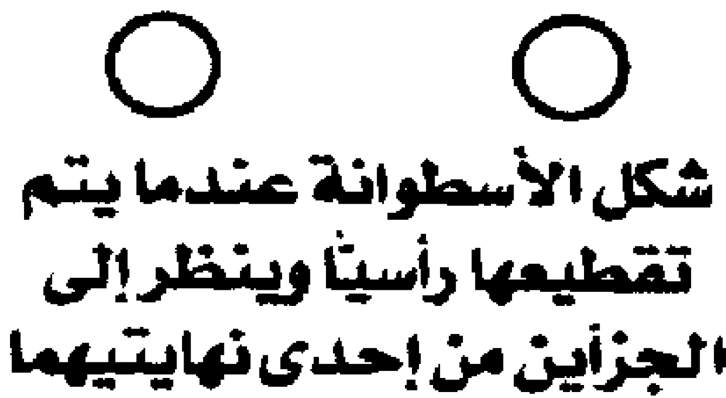
وإذا كانت المهمة السابقة تتطلب من الطفل أن يشاهد رسمًا معينًا ثم يقوم ببناء الشكل الفعلي الذي يُعبر عنه الرسم، فإن انهلدر - بياجيه قد قاما بدراسة أخرى، وكانت المهمة الأساسية فيها هي عرض جسم معين (أسطوانة أو مخروط مثلاً) أمام الطفل. بعد ذلك يطلب من الطفل أن يحدد شكل الجسم لو تمت تجزئته طوليًّا أو عرضيًّا، ويتم عرض مجموعة من الرسوم أمام الطفل ليختار من بينها الرسم الذي يعبر عن الشكل بعد تجزئته.

هذه المهمة تسير في اتجاه معاكس للمهمة السابقة التي كانت تتطلب من الطفل أن يتخيل شكلاً ذا ثلاثة أبعاد تمت مشاهدته في صورة رسم ذي بعدين. أما المهمة الحالية، فإنها كانت تتطلب من الطفل أن يتخيل شكلاً ذا بعدين (في صورة رسم) بعد تجزئته وهو مجسم له أبعاد ثلاثة.



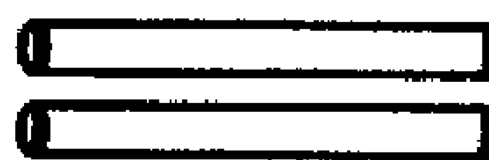


شكل الأسطوانة عندما يتم تقطيعها رأسيا



شكل الأسطوانة عندما يتم تقطيعها رأسيًا وينظر إلى الجزأين من إحدى نهايتيهما





شكل الأسطوانة عندما يتم قطعها على امتداد محورها إلى جزأين



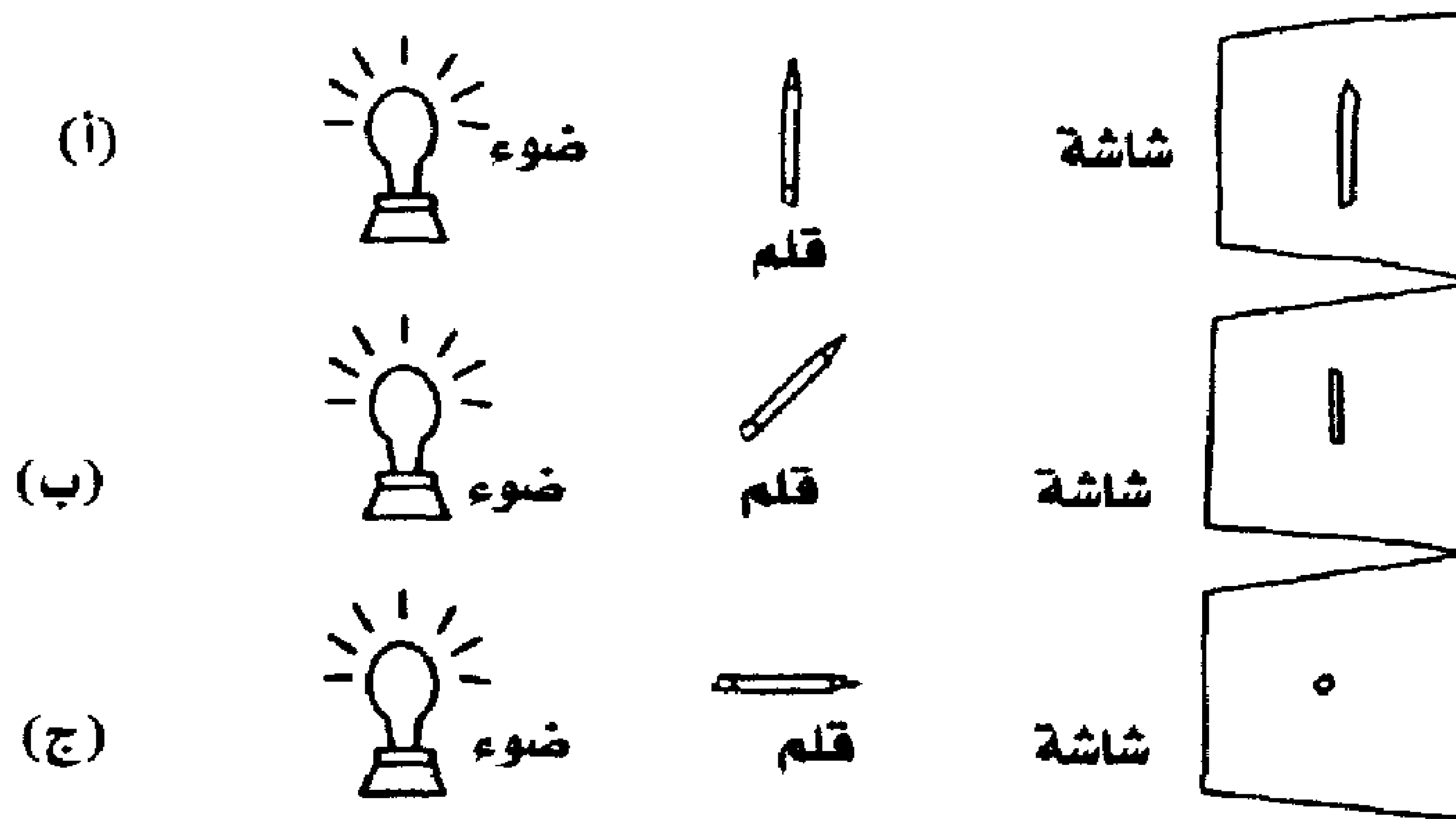


شكل المخروط بعد تجزئته رأسيًا والنظر لكلا الجزأين من إحدى نهايتيهما

وقد أوضحت النتائج أن الأطفال في سن السادسة أو السابعة يتعاملون بسهولة مع الأشياء البسيطة، كالإسطوانة أو المخروط عند القطع إما بشكل متعامد مع المحور أو مواز له. أما عندما يتم القطع بزاوية ما فإن الأطفال يواجهون بعض الصعوبات. وتكتمل قدرة الطفل على تخيل شكل جسم ما بعد قطعه عند سن الحادية عشرة أو الثانية عشرة.

إسقاط الظلال: Projection of Shadows

الظل هو تلك المنطقة المعتمة التي تظهر على حاجز أو شاشة نتيجة وجود جسم ما في طريق أشعة ضوئية ساقطة عليه. فعندما نضع قلمًا أو قضيبًا في وضع رأسي بين حاجز ومصدر ضوئي يتكون على الحاجز ظل للقلم أو لقضيب في وضع رأسي نتيجة اعتراض القلم الأشعة الضوئية. وعند إمالة القلم قليلاً في اتجاه الشاشة، فإن مقدار اعتراضه للأشعة يقل، ومن ثم يصبح طول الظل أقصر مع بقائه في الوضع الرأسي. وهكذا نميل القلم ثانية حتى يصبح في وضع أفقي أمام المصدر الضوئي، فيتكون له ظل على هيئة دائرة صغيرة في هذه الحالة. والشكل التخطيطي التالي يوضح ذلك:



إن القضية الرئيسة التي تشغلنا هنا هو أنه عندما يرى الطفل المشهد الموضح في (أ) من الشكل أعلاه (قلم يعترض شعاعًا ضوئيًّا فيتكون له ظل رأسي على الشاشة)، ثم نطفئ المصباح ونميل القلم قليلاً، كما في (ب)، ونطلب منه أن يتنبأ بشكل الظل المتكون على الشاشة لو أننا أضأنا المصباح، فهل يستطيع التنبؤ بشكل

الظل على نحو صـحيح؟ أيضًا، إذا استـمررنا في إمالة القلم حـتى يأخذ الوضع الأفقي (كـما في جـ) مع إطفاء المصبـاح، فهل يستطيع الطفـل التنبؤ بشكل الظل المتكون على الشاشة في هذه الحالة؟

مثل هذه المهمة تُعد نوعًا من أنواع الخبرات ولونًا من ألوان النشاط الذي يتحدى تفكير الطفل، وذلك بجعله يفكر في وجهات نظر (منظورات) مـختلفة غير وجهة نظره هو. مطلوب منه هنا أن يمـارس قدرًا كبيرًا مـن التخيل حتى يسـتطيع التنبؤ بأشكال الظلال التي ستتكون على الشاشة نتيجة إمالة القلم بزوايا مختلفة.

في هذه المهمـة، ومع كل سؤال يقدم للطفل عند إحـداث إمالة للقلم، يطلب من الطفل أن يقوم برسم ظل القلم (كما يتنبأ به)، أو تقدم له رسومات يختار من بينها الرسم الذي يتصور أنه يمثل ظل القلم.

كيف تكون استجابة الطفل لهذه التساؤلات؟

١- فيما قـبل السابعة أو الثامنة تتعدد استـجابات الأطفال، ولكنها جميـعًا تعبر عن رؤية طوبولوجـية. فهم يضـعون أنفسـهم موضع الشيء، مما يعني أن تـفكيرهم يتمركز حول ذواتهم، ومن ثم لا يستيطعـون التفكير من زوايا منظورية مختلفة. فالقلم إذا تمت إمالته في اتجاه الشاشة فإن ظله، من وجهة نظرهم، يكون مائلاً. وإذا وضع في وضع أفقي فإن الظل يكون على هيئة خط أفقي أيضًا!

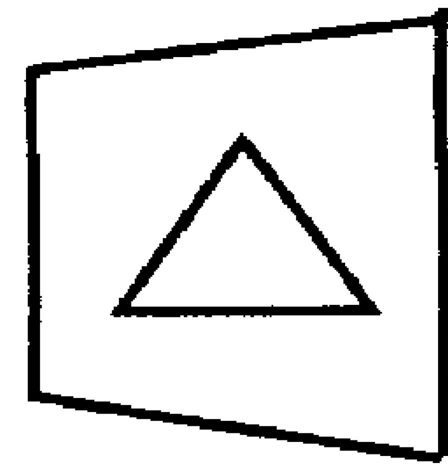
وعندما تتم إضاءة المصباح بعد أن يجـيب الطفل في كل مرة فإنه يفاجأ بأن شكل الظل مختلف عما تصوره وتنبأ به. فعند إمالة القلم، فإن الظل على هيئة خط رأسي قصير، وعندما يكون القلم فى وضع أفقي، فإن الظل يكون على هيئة دائرة صغيرة. ما الذي يعنيه ذلك؟ إن ذلك يعني أنه المهمة تتحول إلى نشاط أو خبرة يتمكن الطفل من خلالهـا من وضع نفسه مـوضع الآخرين والنظر إلى الموقف من زوايا مخـتلفة، الأمر الذي يساعده على بلوغ مستوى العمليات الحسية في توقيت مناسب.

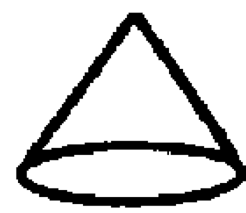
٢- فيمـا بعد السابعة أو الثـامنة، فإن الطفل يكون قد بلغ المسـتوى العقلي الذي يمكّنه من تخيل الأشعة والكيفية التي قطعت بها الأشعة بسبب القلم، ومن ثم شكل الظل المتكون على الشاشة.

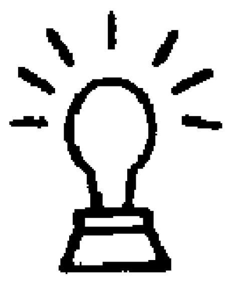
يمكن القيام بتلك المهمة ولكن باستخدام قرص دائري (عملة معدنية مثلاً) بدلاً من القلم. في هذه الحالة، من المتوقع أن ينتبأ الطفل في سن الخامسة أو السادسة بأن ظل القلم سوف يظهر على الشاشة دائرياً في كل الأحوال. بعد ذلك، وفيما بعد السادسة، فإن الطفل يتصور أن الظل سوف يكون مائلاً إذا ما قمنا بإمالة القرص. في سن السابعة أو الثامنة، فإن الطفل يتنبأ بشكل صحيح بأن ظل القرص سوف يكون دائرياً عندما يكون القرص في وضع عمودي (رأسي)، وبأن ظله سوف يكون بيضاوياً إذا ما تمت إمالة القرص تجاه الشاشة، وبأن الظل سوف يأخذ شكل خط مستقيم عندما يصبح القرص في وضع أفقي (سطحي).

أيضًا، يمكن تكرار المهمة مع الطفل باستخدام أشكال مختلفة، مثل قطعة من الورق المقوى على هيئة مستطيل أو مربع أو خلافه.

ولكن ماذا يحدث لو ازداد الموقف في المهمة صعوبة؟ في المهمات السابقة كنا نستخدم أجسامًا بسيطة مثل القلم أو القرص الدائري، ولكننا هنا سوف نستخدم أجسامًا أخرى أكثر تعقيدًا في تركيبها، مثل جسم على هيئة مخروط يتم وضعه في مسار الأشعة الضوئية بين مصدر الضوء والشاشة. في هذه الحالة، وقبل إضاءة المصباح يوضع المخروط في وضع رأسي ونطلب منه أن يتنبأ بشكل الظل المتكون لو أضأنا المصباح، وذلك برسمه أو بأن يقوم بالاختيار من بين رسومات متعددة.

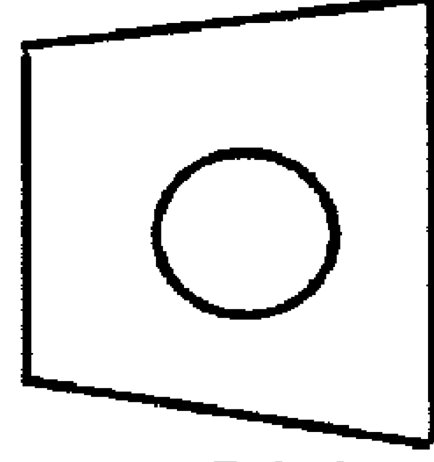

الشاشة

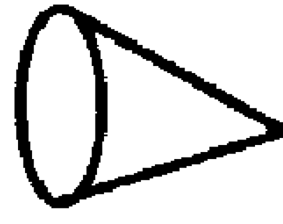

المخروط

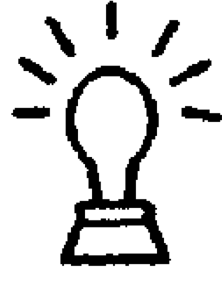

المصدر الضوئي

في سن السابعة، ووفقًا لما يراه بياجيه، فإن الطفل يستطيع أن يتنبأ بأن شكل الظل سوف يكون مثلثًا إذا ما كان المخروط في وضع رأسي.

ولكن ماذا يحدث إذا كانت قاعدة المخروط موضوعة في مواجهة المصدر الضوئي؟ ما شكل الظل المتكون على الشاشة في هذه الحالة إذا ما أُضيء المصباح؟



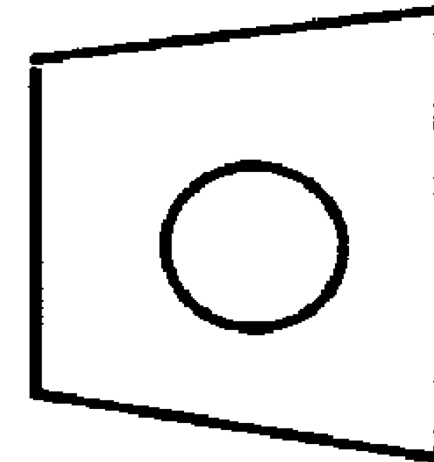


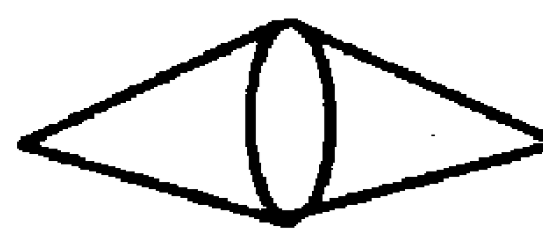


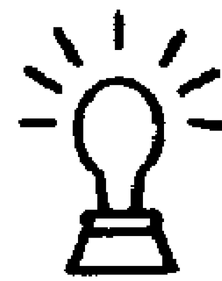
قد يتنبأ الطفل في هذه الحالة بأن الظل سوف يكون على هيئة دائرة (وهي إجابة صحيحة) ولكنه لا يستطيع أن يفسر سبب تكوُّن الظل على هيئة دائرة. إنه لم يستوعب مفاهيميًّا الكيفية التي يظهر بها الجسم الموضوع أمام مصدر ضوئي على الشاشة. ويحدث ذلك حتى سن السابعة.

وفيما بين السابعة والحادية عشرة يبدأ الأطفال في تقديم إجابات صحيحة، من حيث التنبؤ بشكل الظل المتكون، إلا أن تفسيراتهم تعتمد على المحاولة والخطأ. وعند سن الحادية عشرة أو الثانية عشرة تقريبًا، فإن تنبؤات الأطفال تكون صحيحة وتفسيراتهم أيضًا تتصف بالمنطقية.

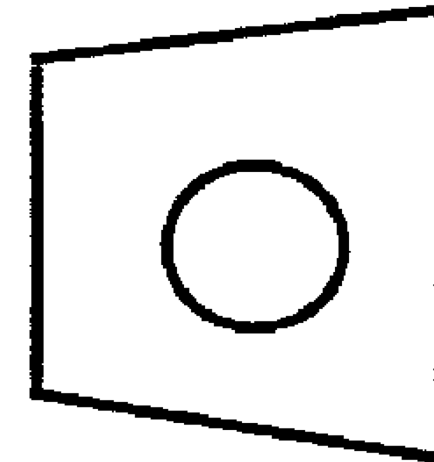
يمكن تعقيد المهمة قليلاً وذلك باستخدام مخروطين يتم وضعهما معًا بطريقتين مختلفتين: في المرة الأولى تكون قاعدتا المخروطين ملتصقتين ببعضهما وموضوعتين بين المصدر الضوئي والشاشة على النحو المبين.

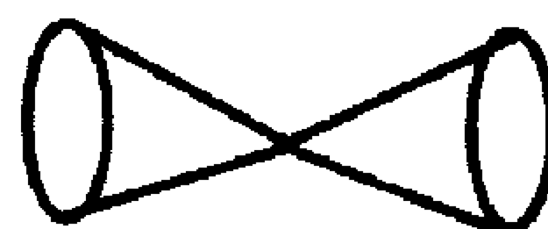


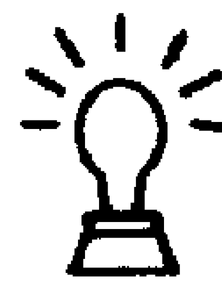




وفي المرة الثانية يتم تغيير وضع المخروطين؛ بحيث يكون موضع التصاقهما من جهة قمتي المخروطين ويتم وضعها بين المصدر الضوئي والشاشة على النحو المبين.







كما نعلم، فإنه في كلتا الحالتين لو قمنا بإضاءة المصباح فإن الظل يكون على هيئة دائرة. لا يستطيع الطفل (افتراضًا) تقديم إجابة صحيحة مع تفسير صحيح قبل سن الحادية عشرة أو الثانية عشرة.

الخلاصة:

تناولنا في الصفحات السابقة ثلاث قضايا: متى يكون الطفل قادرًا على اتخاذ هدف، أي على استيعاب فكرة الاستقامة مفاهيميًّا؟ متى يكون الطفل قادرًا على رؤية الأشياء بشكل صحيح من منظورات مختلفة؟ متى يكون الطفل قادرًا على التنبؤ بأشكال الظلال المتكونة على شاشة لأجسام مختلفة موضوعة بطرق مختلفة بين مصدر ضوئي و شاشة؟

لا تكفينا الإجابات الصحيحة التي يقدمها لنا الطفل، وإنما نحتاج أيضًا أن نتعرف على تفسيراته لما قدمه من إجابات حتى نتأكد من استيعابه المفاهيمي للمواقف التي يتفاعل معها. إن أكثر ما نحتاج إلى أن نلفت إليه النظر هو ضرورة الاهتمام بالخبرات التي تقدم للطلاب وتمكينهم من التفاعل مع المواقف فيزيقيًّا واجتماعيًّا. وبدون ذلك، فمن المشكوك أن تكون لدى الطلاب القدرة على التخيل والتنبؤ بالشكل المرغوب.

***

الفصل السابع

المفاهيم المتصلة بالقياسات

Measurement related Concepts

أولاً: الأطوال والمسافات
(قياسات البُعد الواحد)
Lengths and Distances
(Measurement in One Dimension)

مقدمة:

أوضحنا في الفصل الثالث أن القياس ليس مجرد عمل روتيني يتم فيه استخدام أداة معينة لتحديد مقدار ما يتوافر في شيء ما من خاصية معينة، وإنما هو عملية عقلية تعكس مدى استيعاب الطفل مفاهيمياً للفكرة نفسها. وقد قدمنا أمثلة عملية لتوضيح معنى القياس كمفهوم وكعملية عقلية.

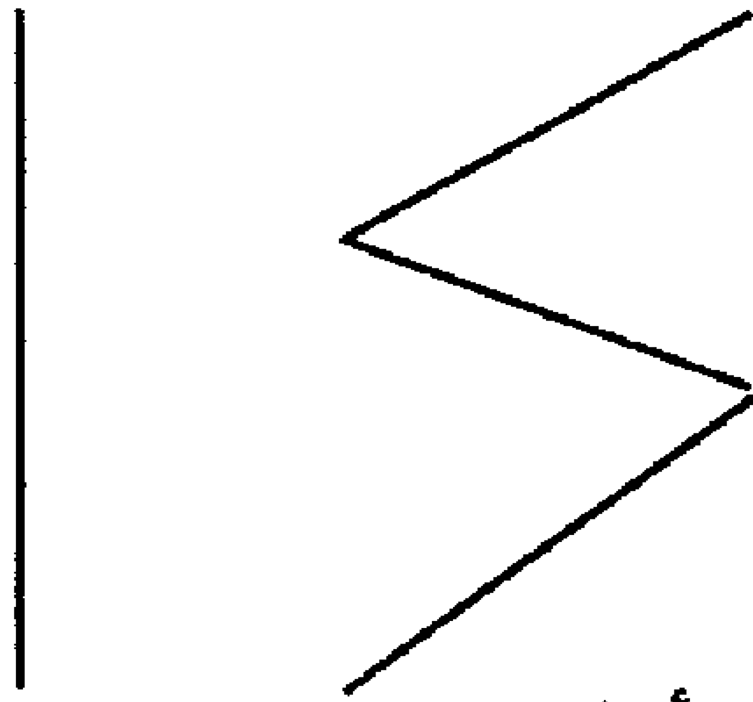
والصفحات التالية تتناول عدداً من المفاهيم لا يمكن للطفل أن يستوعبها ما لم تكن لديه القدرة على التعامل مع القياس كعملية عقلية. فسوف نتناول هنا القياسات ذات البعد الواحد (الأطوال والمسافات)، وفيما بعد سوف نتعامل مع القياسات ذات البعدين (المساحات)، ثم بعد ذلك نتناول القياسات ذات الأبعاد الثلاثة (الحجوم). وفي كل مفهوم من هذه المفاهيم سوف نجد مفهومين حاكمين من تلك التي أوضحناها في الفصل الثالث متخللين فيها: القياس والاحتفاظ. وبالتبعية سوف نجد أنفسنا في حاجة إلى استدعاء مفاهيم أخرى مثل التفكير الانعكاسي، والتمثيل الذهني، والتخيل والتنبؤ، والتعدي.

ويتميز القياس بأنه نشاط واقعي محسوس، وهو الأمر الذي يجعل الأطفال يمارسون عمليات القياس بشوق ومتعة. القياس، كعملية عقلية، له جذوره في الأنشطة التي يقوم بها الأطفال، ومع ذلك فإن المفاهيم الخاصة بالقياس لا تنمو على نحو كامل قبل بلوغ الطفل سن الثامنة وحتى الحادية عشرة تقريباً. أيضاً، وكما سيتضح لنا، فإن الأفكار الخاصة بالقياسات لا تتطور بمعزل عن مفاهيم الاحتفاظ والانعكاسية والتعدي، كما سيتضح لنا.

في الصفحات التالية نتناول بعض القضايا الأساسية، منها: تطور مفاهيم القياس عند الأطفال، الاحتفاظ بالمسافة، الاحتفاظ بالطول، قياس الأطوال.

تطور مفاهيم القياس عند الأطفال:

The Development of Children's Measurement Concepts



لكي نتعرف على مدى تمكُّن الأطفال من مفهوم «القياس» يمكننا أن نجري بعض المهمات البسيطة. فمثلاً يمكننا رسم خطين أحدهما مستقيم والآخر زجزاجي، ولكن نقطتي النهاية بالنسبة للخطين على امتداد واحد.

تتلخص المهمة في أن يوضح القائم بالمهمة للطفل أننا نفترض أن هذين الخطين يمثلان طريقين، ثم يسأله: إذا افترضنا أن شخصًا ما يريد أن يمشي على هذا الطريق من أوله إلى نهايته (يشير إلى الخط المستقيم) ثم بعد ذلك يريد أن يمشي في الطريق المتعرج (يشير إلى الخط الزجزاجي)، فهل المسافة التي يقطعها (المشوار الذي يسيره) واحدة في الحالتين؟

الطفل في مرحلة ما قبل العمليات يفكر فقط في نقطتي البداية والنهاية على الخطين، ومن ثم فطالما أنهما متجاورتين على امتداد واحد فإن المسافة (طول الخطين) التي يقطعها فرد ما تكون واحدة في الحالتين. الطفل هنا، كما يوضح بياجيه، لا يتعامل مع الممر أو المسار (الخط) على أنه نظام مرتب من النقاط المتسلسلة (ومن ثم يكون الممر الزجزاجي أطول من الممر المستقيم) وإنما يفكر في الحيز من منظور نقطتي البداية والنهاية لكل مسار فقط، وبالتالي فإنه طالما أن نقطتي البداية والنهاية في الممرين متجاورتان فيكون طول الممرين -من وجهة نظر الطفل- واحدًا.

نمضي معًا إلى مهمة أخرى توضح لنا كيف تتطور مفاهيم القياس لدى الأطفال في سنيِّ عمرهم المختلفة. في هذه المهمة يكون لدينا طاولتان إحداها أقصر من الأخرى ويفصل بينهما حاجز، على المنضدة الأكثر ارتفاعًا يوجد برج مشيد من مجموعة من القوالب أو المكعبات. توجد أيضًا مجموعة من القوالب أو المكعبات يمكن أن يستخدمها الطفل لتشييد برج آخر. وبالإضافة إلى ذلك توجد مجموعة من الأدوات التي يمكن أن تستخدم في القياس مثل خيط، عدد من العصي مختلفة الأطوال، مسطرة... إلخ.



في هذه المهمة يطلب من الطفل تشييد برج آخر مثل البرج الموجود في الجانب الأيسر (على المنضدة الأكثر ارتفاعًا) وذلك على المنضدة الأقل ارتفاعًا. وجود الحاجز الهدف منه هو منع الترجمة البصرية Visual transposition (أي المحاكاة الحرفية للبرج النموذج باستخدام حاسة البصر). ومع ذلك فإنه من المسموح به للطفل أن ينظر إلى البرج النموذج من حين إلى آخر.

تشير النتائج إلى ما يلي:

١- الأطفال في سن الرابعة أو الخامسة تقريبًا يمارسون عملية القياس عن طريق المقارنة البصرية فقط، بدون أن يحاولوا استخدام أية أداة للمقياس (عصا مثلا) حتى لو أعطيناهم إياها وأوضحنا لهم أنها يمكن أن تساعدهم فيما يقومون به. أقصى ما يمكن أن يقوم الطفل بعمله هنا هو وضع العصا على قمة البرج الذي قام بتشييده كديكور.

٢- الأطفال في السن من الخامسة إلى السابعة تقريبًا يستخدمون أدوات قياس، ولكن بشكل غير صحيح. قد يضع الطفل العصا بحيث تقع نهايتاها على قمتي البرجين حتى يحدد مدى تساوي البرج الذي شيده مع البرج النموذج. الطفل هنا لم يأخذ في حسبانه أن القاعدتين (المنضدتين) نفسهما ليستا على مستوى واحد.

قد يحاول الطفل استخدام يديه للمقارنة بين البرج الأصلي وبين البرج الذي قام بتشييده.

قد يحاول طفل آخر استخدام أداة قياس أخرى عبارة عن برج (ثالث) يقوم بتشييده؛ بحيث يكون ارتفاعه مساويًا لارتفاع البرج الأصلي وكذلك البرج الذي قام بتشييده، وفي هذه الحالة فإنه يستخدم مفهوم التعدي أو الخاصية التحويلية للعلاقات:

إذا كانت أ (البرج الثالث) = ب (البرج الأصلي).

إذا كانت أ (البرج الثالث) = جـ (البرج الذي تم تشييده).

إذن جـ (البرج الذي تم تشييده) = ب (البرج الأصلي).

بعد ذلك قد يستخدم الطفل العصا أو المسطرة لتحديد مدى التكافؤ بين البرجين.

٣- عند سن السابعة أو الثامنة تقريبًا فإن القياس يصبح عملية عقلية ذات طابع إجرائي. فهم يستطيعون استخدام أية أداة قياس، حتى لو كانت عصا قصيرة، يحركونها عددًا من المرات على البرج الأصلي ثم على البرج المشيد بغرض التأكد من تساوي ارتفاع البرجين.

القياس عند هذه النقطة قد تحول إلى عملية عقلية تناولناها بالتوضيح في الفصل الثالث في الجزء الخاص بالقياس. الطفل يقوم بعمل تقسيم اعتباطي للشيء المطلوب قياسه. ويتم تكرار ذلك مع الشيء الثاني، فإذا تساوي عدد مرات التحريك في الحالتين فإن الجسمين (البرجين في هذه الحالة) يكونان متساويين.

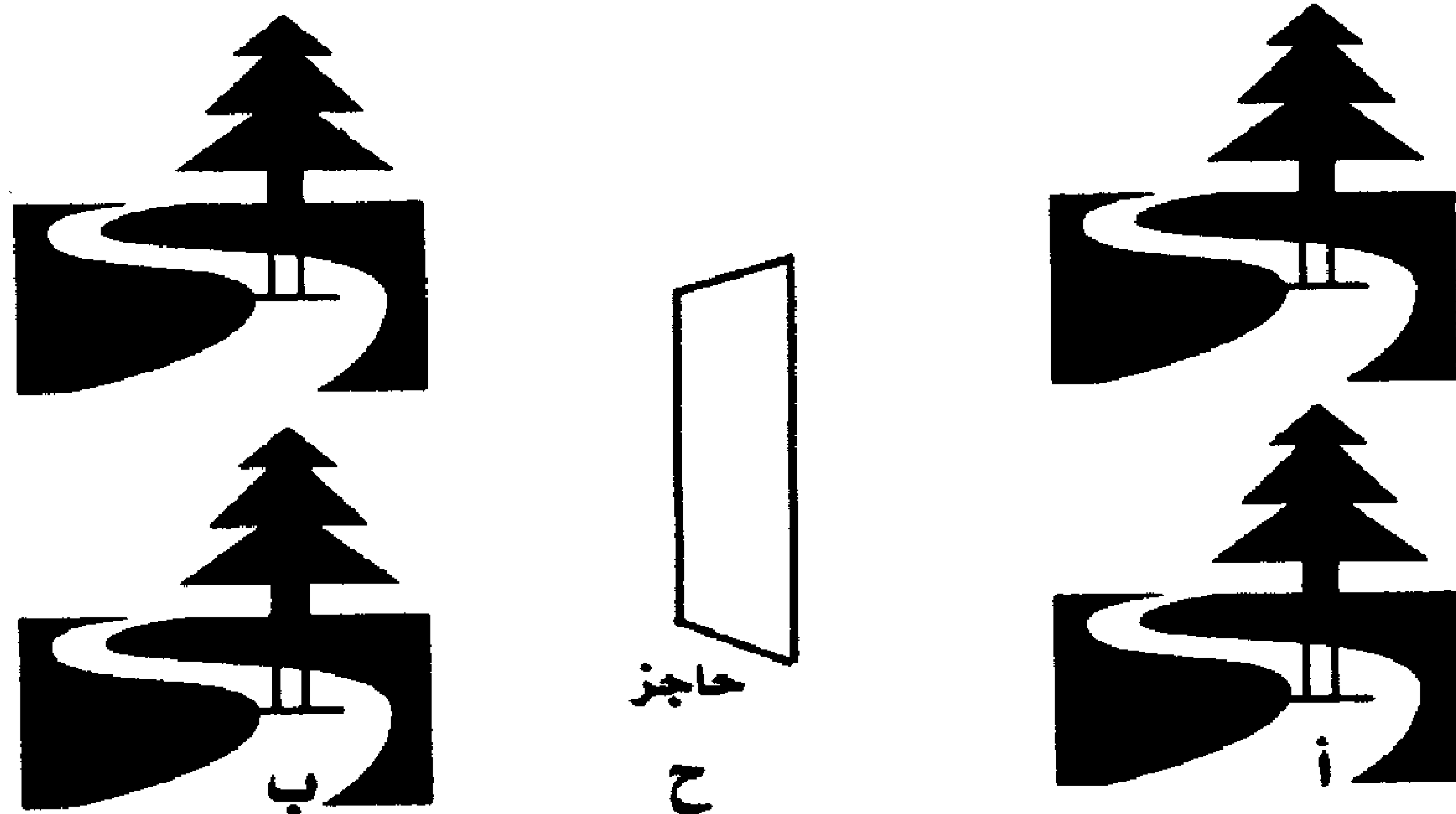
الاحتفاظ بالمسافة: Conservation of Distance

المسافة هي الحيز الخالي بين شيئين أو جسمين أو نقطتين، فهي عبارة عن الفراغ الموجود بينهما. واستيعاب فكرة المسافة يسهم في تمكين الطفل من التحرر من الانطباعات الطوبولوجية إلى الفهم الإقليدي، ذلك أن المسافة- كعلاقة بين شيئين- تتضمن القياس، كما تتضمن أيضًا وجود نظام مرجعي تنسيقي.

السؤال الآن هو: متى يمكن القول: إن الطفل قد استوعب فكرة المسافة مفاهمياً وليس كمجرد انطباع حسي؟ هل يمكن للطفل تمثل أو تصور فكرة المسافة ذهنيًا؟ للتحقق من ذلك فإن الأمر يتطلب أن تكون البنية العقلية للطفل قادرة على الاحتفاظ بفكرة المسافة لو حدث تغيير ظاهري في الموقف متمثلاً في إدخال جسم (حاجز) بين شيئين تفصل بينهما مسافة ما. بمعنى آخر، نفترض أن لدينا جسمين (أ، ب) بينهما مسافة معينة، ثم أدخلنا بينهما حاجزًا (ح) (تغيير ظاهري)، فهل يدرك الطفل أن المسافة (أ ب) تبقى كما هي دون تغيير بعد إدخال الحاجز؟ الأمر هنا يتطلب من الطفل أن يكون قادرًا على الاحتفاظ بالمسافة، أي إدراك أن العلاقة بين (أ، ب) تبقى كما هي دون تغيير لو حدث تغيير ظاهري في الموقف (متمثلاً في إدخال حاجز بينهما).

ولاستقصاء قدرة الطفل على الاحتفاظ بالمسافة، فإن بياجيه قد استخدم مهمة بسيطة تتمثل في وضع نموذجين لشجرتين على مسافة ٥٠سم من بعضها، ثم يقوم القائم بالمهمة بالاستفسار من الطفل عما إذا كانت الشجرتان قريبتين من بعضهما أم بعيدتين عن بعضهما؟ (يتم تجنب استخدام مصطلح «المسافة»). قد يجيب الطفل: إنهما قريبتان من بعضهما، وقد يجيب: إنهما بعيدتان عن بعضهما. تقبل إجابته في أي الحالتين.

عندئذ يتم وضع حاجز بين الشجرتين، ثم يسأل الطفل: هل اقتربت الشجرتان من بعضهما أكثر أم ابتعدتا عن بعضهما؟ أم لم يحدث تغيير؟



ما هي الاستجابات المتوقعة من الأطفال؟

١- بالنسبة للأطفال فيما بين الرابعة والخامسة، فإن وضع الحاجز بين نموذجي الشجرتين ينهي العلاقة بينهما (من حيث المسافة). الأطفال في هذه السن لا يفكرون في المسافتين (المسافة بين الشجرة الأولى والحاجز والمسافة بين الحاجز والشجرة الثانية) على أنهما كلٌّ واحد، وإنما يفكرون فقط في جزء من هذا الكل الذي بدءوا به، الأمر الذي يجعلهم يتصورون أن المسافة بين الشجرتين قد نقصت.

٢- فيما بين الخامسة والسابعة يتصور الأطفال أنه طالما أن الحاجز قد شغل حيزاً بين الشجرتين فإن المسافة تقل.

٣- مع بلوغ الأطفال سن السابعة أو الثامنة فإنهم يستوعبون مفاهيمياً فكرة أن وجود حاجز بين الشجرتين لا يغير من المسافة بينهما. الأطفال في هذه الحالة قد بلغوا مستوى التفكير العملياتي الذي يمكِّنهم من الاحتفاظ بالمسافة بين الأشياء حتى لو حدث تغيير ظاهري في الموقف.

الأطفال يكونون قادرين على الاحتفاظ بالمسافة بين الأشياء عندما يكونون متيقِّنين من أن:

١- المسافة بين شيئين لا تتغير إذا وضع حاجز أو أكثر بينهما.

٢- الترتيب (أ ب) (المسافة بين الشجرتين) يمكن أن ينعكس، أي يكون (ب أ)، دون أن يؤثر ذلك في المسافة (تفكير انعكاسي).

٣- وضع حاجز (ح) بين الشجرتين يجعل المسافة أ ح < أ ب.

الاستيعاب المفاهيمي لهذه الشروط الثلاثة يعد متطلبًا أساسيًّا يسبق عمليات القياس الإقليدية التي سنتناولها في مكان آخر.

الاحتفاظ بالطول: Conservation of Length

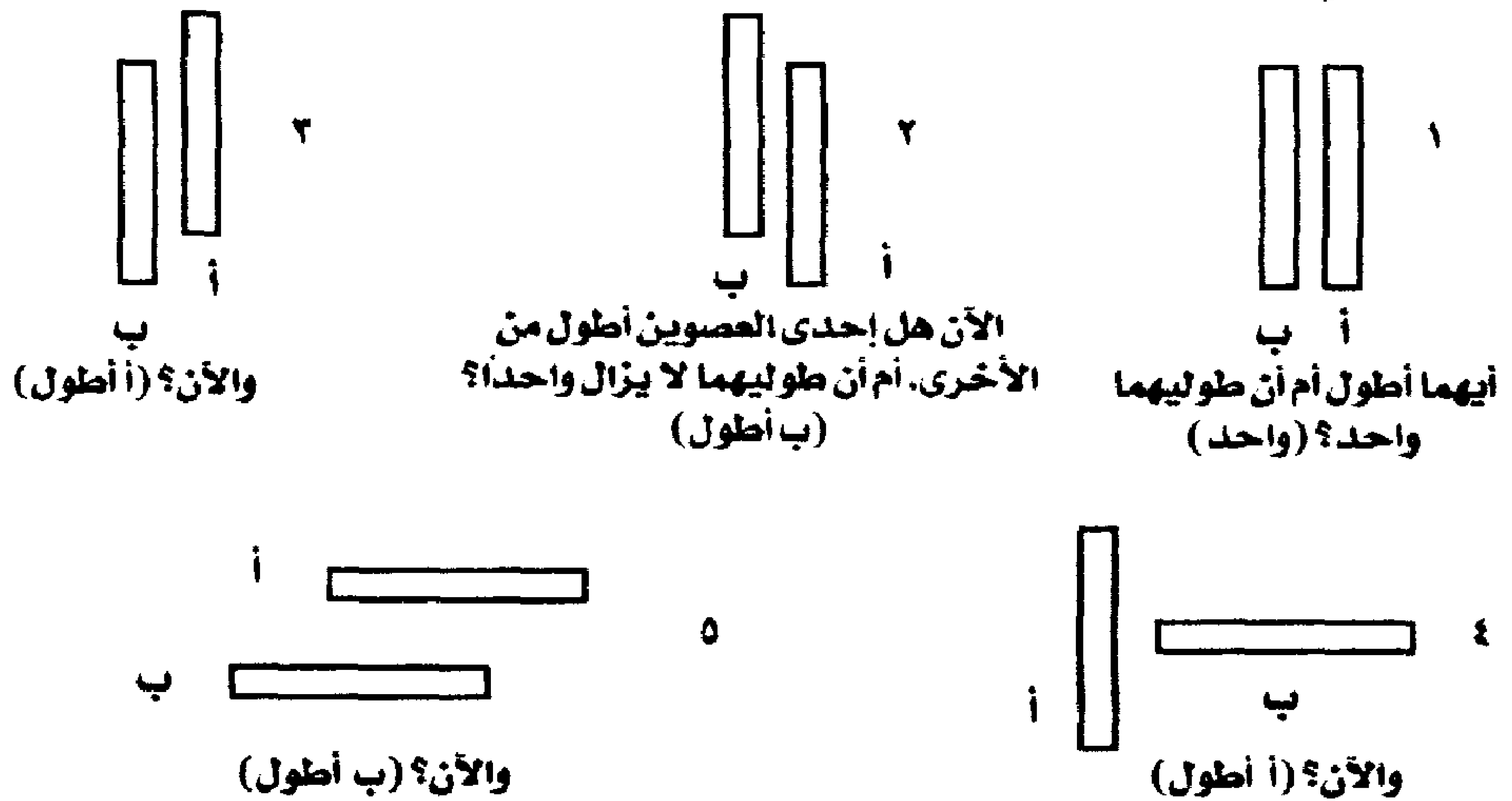
يقصد بـ«الاحتفاظ بالطول» قدرة الفرد على **إدراك أن طول شيء ما (جسم ما)** يبقى كما هو حتى لو حدث تغيير ظاهري. **كيف، إذن، يمكن إحداث تغيير**

ظاهري حتى نتمكن من استقصاء قدرة الأطفال على الاحتفاظ بالطول؟ إحداث هذا التغيير يتم بإحدى طريقتين: (إما تغيير وضع شيء ما وإما تغيير شكل شيء ما).

أ- تغيير الوضع والاحتفاظ بالطول:

Change of Position and Conservation of Length

هل يتصور الأطفال أن تحريك شيء ما (أي تغيير وضعه) يؤدي إلى تغيير طوله؟ لنقص قدرة الأطفال على الاحتفاظ بطول شيء عند تغيير وضعه استخدم بياجيه عَصَوَيْن مستقيمتين طولهما واحد. وقام بوضع العصوين بجوار بعضهما بحيث كانت نقاط النهايتين في كل منهما على امتداد واحد (الوضع ١ في الشكل المبين أدناه). يقوم القائم بالمهمة بالاستفسار من الطفل عما إذا كانت العصوان لهما نفس الطول (قد يتم تجنب استخدام مصطلح الطول والاستعاضة عنها بعبارة: مثل بعضهما). عندئذ يتم تحريك إحدى العصوين إلى الأمام بعيداً عن العصا الأخرى، ويُعاد السؤال مرة ثانية. بعد ذلك يتم تحريك إحدى العصوين في أوضاع أخرى كالمبيَّنة في الشكل أدناه.



أوضحت النتائج أن الأطفال فيما بين الرابعة والسادسة يتصورون أن العصا التي يتم تحريكها تصبح أطول. والإجابات الموضحة أسفل الأشكال الخمسة أعلاه تمثل نماذج لاستجابات أمثال هؤلاء الأطفال. هؤلاء الأطفال ينظرون فقط إلى نقطة

النهاية التي أصبحت الآن بعيدة، ولا يفكرون في نقطة النهاية الأخرى للعصا التي تم تحريكها.

ما الذي يعنيه ذلك؟ إن ذلك يعني أن هؤلاء الأطفال يتصورون أن الأشياء تتمدد أو تتقلص عند تحريكها إلى الأمام أو إلى الخلف، ومن ثم فهم غير جاهزين -حتى تلك اللحظة- من التعامل مع الأفكار الخاصة بالقياس كعملية عقلية. إنهم غير قادرين على الاحتفاظ بالطول الذي يعد متطلبًا أساسيًا من متطلبات اكتساب المفاهيم الإقليدية. ومن الناحية الرياضية، فإن هؤلاء الأطفال لايزالون يعملون عند مستوى طوبولوجي ابتدائي يجعلهم يتصورون أن الجسم يمكن أن ينبسط أو يتقلص ولا يتصورون أنه يبقى متماسكًا. وبناء على ذلك، فإن هؤلاء الأطفال لم يبلغوا بعد مرحلة التفكير العملياتي؛ حيث إن الهندسة الاقليدية تُعنى بالأجسام بحسبانها متماسكة وذات أبعاد محددة، وهو ما لم يستوعبه مثل هذا الطفل بعد.

إذن، الأطفال في هذه السن غير جاهزين لدراسة مفهوم الطول كمفهوم إقليدي؛ لأنهم لا يستطيعون الاحتفاظ بالطول. هؤلاء الأطفال يواجهون مشكلة أنهم غير قادرين على تشييد ذهني لنظام مرجعي مستقل في الحيز الذي يتم فيه تحريك الأشياء إلى أوضاع جديدة يمكنهم -أي النظام المرجعي- من الاحتفاظ بالطول في كل وضع من هذه الأوضاع ثابتًا بدون تغيير. مثل هذا النظام المرجعي، المطلوب في هذه الحالة، يجعل الفرد ينظر إلى نقطتي النهاية للجسم معا وليس إلى نقطة واحدة فقط.

فيما بين سن السادسة والسابعة، فإن الأطفال يحققون قدرًا من النجاح في التعامل مع الموقف، ذلك أنهم يدركون -ربما من خلال عمليات المحاولة والخطأ- أن طول العصوين يبقى كما هو لو تم تحريك إحدى العصوين. ولكي يتأكدوا من ذلك فإنهم يعيدون العصا التي تم تحريكها إلى وضعها الأول ليقارنوا طولها مع طول العصا الأخرى، وليتأكدوا من عدم حدوث تغيير في الطول. ومع ذلك، فإنهم لم يبلغوا بعدُ مرحلة التأكد التام أو الثقة فيما يقدمونه من إجابات، حيث يمكن إرباكهم بإحداث بعض التغييرات في وضع إحدى العصوين.

عندما يبلغ الأطفال سن السابعة أو الثامنة، فإنهم يكونون قد بلغوا المستوى العقلي الذي يمكّنهم من الاحتفاظ بالطول، ومن ثم فإن تغيير وضع إحدى العصوين أو كليهما لا يؤدي إلى تغيير الطول.

نخلص من ذلك إلى أن المفاهيم الأساسية الخاصة بالاحتفاظ بالطول عند تغيير الوضع وبتشييد ذهني لإطار مرجعي خارجي- تعد مقدمة أساسية للقيام بعمليات قياس على أساس منطقي. هذه المفاهيم لا تتطور لدى الطفل قبل سن السابعة أو الثامنة (أي في الصف الثاني والثالث الابتدائيين). لذا فإنه من الخطأ، وفقًا لتصورات بياجيه، تقديم مثل هذه المفاهيم للأطفال قبل هذه السن؛ لأن تعلمهم لها قبل بلوغ مستوى التفكير العملياتي سوف يكون بمثابة ترديد ببغاوي لا معنى له بالنسبة لهم، ولا وظيفية لها في بنيتهم العقلية.

ب- التقسيم (التجزئة) والاحتفاظ بالطول:

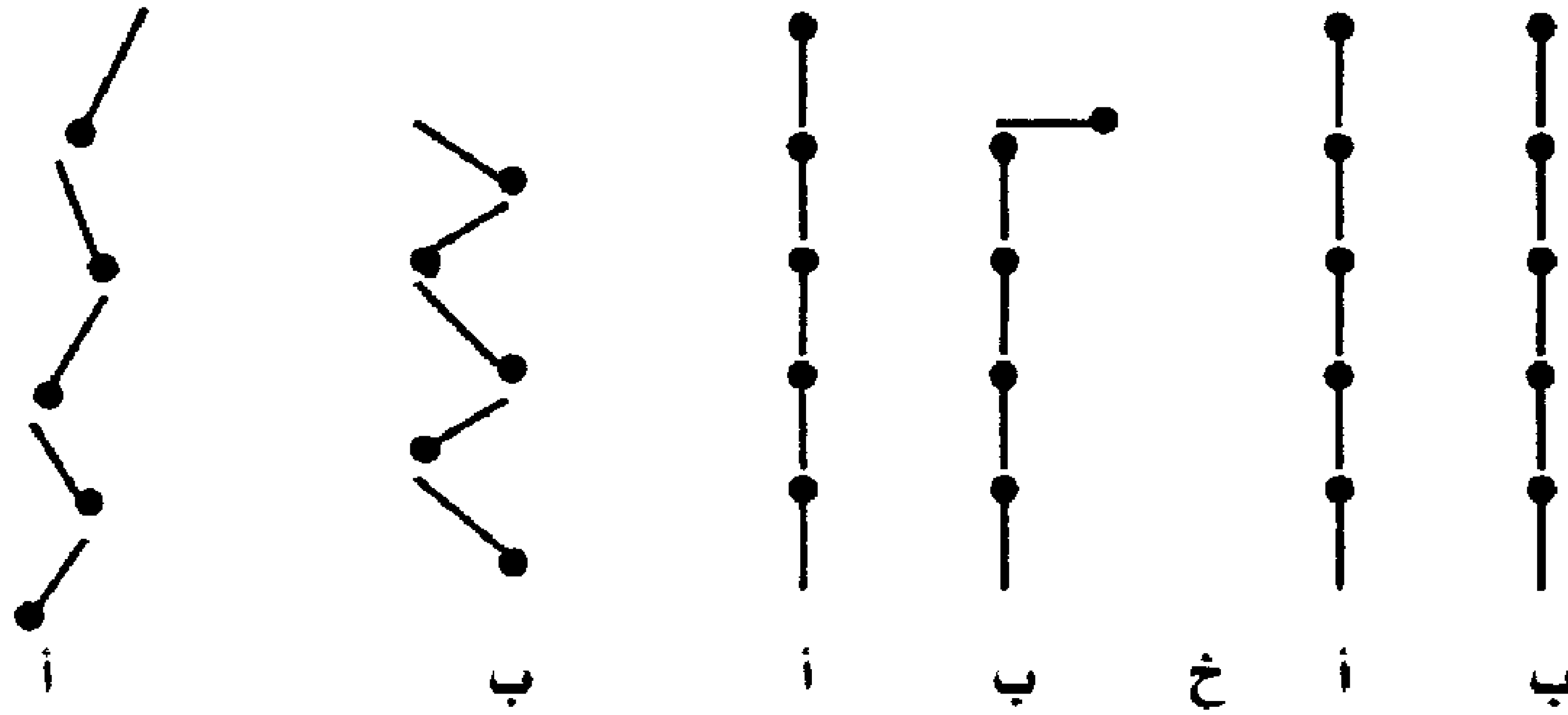
Subdivision and Conservation

ما الذي يحدث إذا قمنا بإحداث تغيير في شيء ما في موقف ما؟ هل يؤدي ذلك التغيير إلى أن يتصور الطفل أن هذا التغيير يؤدي إلى إحداث تغيير في طول هذا الشيء؟

قبل أن نوضح كيفية الإجابة على مثل هذه التساؤلات، نود أن نتذكر أن القياس (راجع الفصل الثالث) هو مركب من عمليات تغيير الوضع أو المكان (وذلك عند تحريك أداة القياس أو المسطرة على امتداد الشيء المطلوب قياسه) والتقسيم أو التجزئة (للشيء المطلوب قياسه إلى وحدات كل منها له نفس طول أداة القياس أو المسطرة). نود أيضًا أن نتذكر أن طفل ما قبل السابعة غير قادر على الاحتفاظ بالطول؛ لتصوره أن تحريك الشيء يؤدي إلى تغيير طوله، ومن ثم فإن عملية القياس في هذه الحالة لا معنى لها على أساس أن أداة القياس المستخدمة -وفقًا لتصورات الطفل- سوف يتغير طولها إذا ما تم تحريكها على امتداد الشيء المطلوب قياسه.

وبنفس الكيفية، فإن القياس يستلزم أن نفكر في الشيء المطلوب قياسه على أنه مقسم إلى وحدات فرعية أصغر كل منها له نفس طول أداة القياس (المسطرة مثلاً). فهل يستطيع الأطفال الاحتفاظ بهذه الوحدات الفرعية أم أنهم يتصورون أن طولها عرضة للتغيير أيضًا؟

لتقصي فكرة الاحتفاظ بالوحدات الفرعية، فإن بياجيه قد استخدم صفين من أعواد الثقاب، يتكون كل صف منهما من نفس العدد من الأعواد، ثم وضعهما جنبًا إلى جنب بحيث يكون طولها واحدًا. عندما يقتنع الطفل بأن طول الصفين واحد، يتم تغيير شكل أحد الصفين (كما هو موضح في (ب) من ٢ في الشكل المبين أسفله) عن طريق وضع عود أو أكثر بزاوية معينة؛ بحيث لا يصبح الصف مستقيمًا وإنما يأخذ جزء منه شكل زاوية قائمة.



عندئذ يتم سؤال الطفل: هل ما زال الصفَّان لهما نفس الطول أم أن أحدهما قد أصبح أطول من الآخر؟ ربما يتم السؤال بطريقة أخرى: هل إذا سار صديق لك على المسار (الصف) (ب) فهل يمشي نفس المشوار الذي يسيره على المسار (الصف) (أ)؟

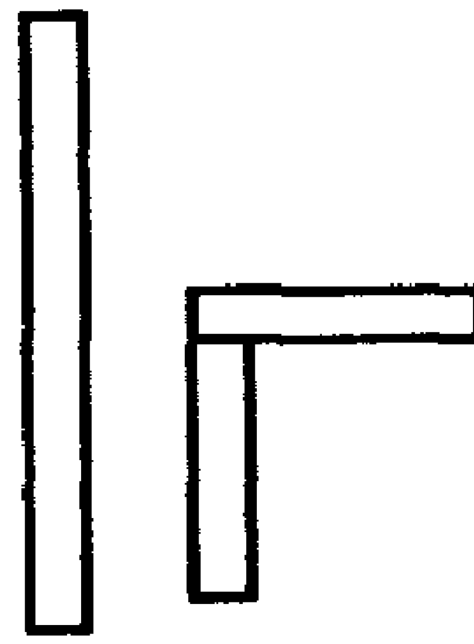
لو حاول أحد الأطفال حساب عدد الأعواد في كل صف يتم كسر أحدها إلى نصفين بحيث يختلف عددها في الصفين.

تجربة أخرى مماثلة مع اختلاف واحد فقط وهو استخدام شريطين ورقيين (وليس أعواد ثقاب منفصلة) طولهما واحد، يوضعان جنبًا إلى جنب (الوضع ١ في الشكل أسفله). وبعد أن يقتنع الطفل تمامًا بأن طوليهما واحد يتم تجزئة أحد

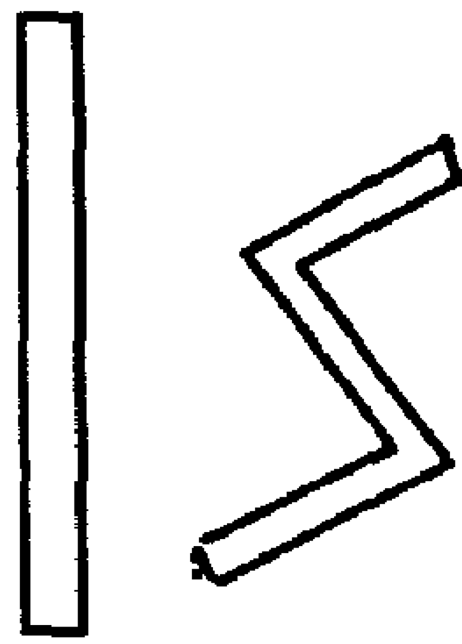
الشريطين إلى نصفين يوضعان معًا على هيئة زاوية قائمة (الوضع ٢ في الشكل أسفله). وفي مهمة أخرى يتم تقسيم أحد الشريطين إلى ثلاثة أقسام بينها زوايا قائمة (الوضع ٣ في الشكل أسفله) ومع عمل كل تقسيم يقوم القائم بالمهمة بسؤال الطفل: هل ما زال طول الشريطين كما هو لم يتغير أم أن أحدهما قد أصبح أطول من الآخر؟



-١-



-٢-



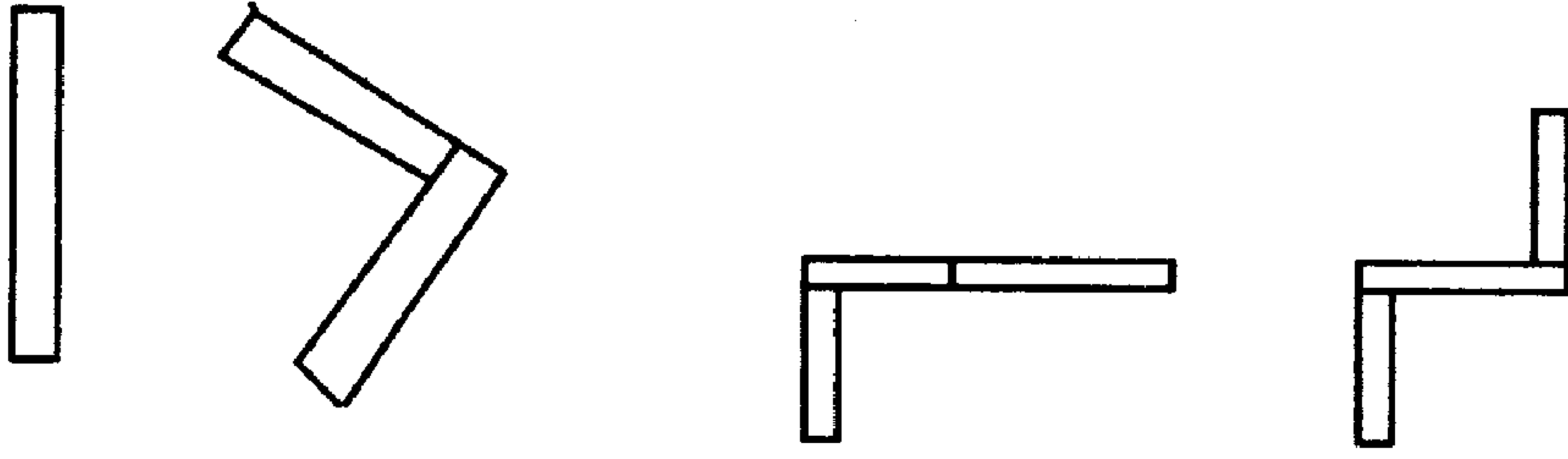
-٣-

أوضحت النتائج أن الأطفال في سن الخامسة أو السادسة لا يحتفظون بالطول. فالشريط المستقيم هو الأطول بالنسبة لهؤلاء الأطفال لأنهم -كما سبقت الإشارة في الجزء الخاص يتغير الوضع في (أ) لا ينظرون إلا إلى نقاط النهاية فقط. أي أنهم مازالوا يتعاملون مع الموقف على أساس طوبولوجي فقط.

وفيما بين السادسة والسابعة يحققون بعض النجاح المستند إلى المحاولة والخطأ. أما عندما يصلون إلى سن السابعة أو الثامنة، فإنهم يكونوا قد اكتسبوا المفاهيم الخاصة بالاحتفاظ بطول الوحدات الفرعية، ومن ثم فإنهم لا ينخدعون بأي تغييرات ظاهرية تحدث في مظهر أي شكل من الأشكال الموجودة أمامهم.

قياس الطول: Measurement of Length

تتمثل المهمة الخاصة بتعرف مدى قدرة الطفل على قياس طول شيء معين في تجهيز لوحة من الورق المقوى، ملصق عليها عدد من الشرائط الورقية أطوالها واحدة ولكنها تأخذ أشكالاً مختلفة، كما هو موضح بالشكل التالي.



أيضًا، فإن القائم بالمهمة يحتاج إلى أن يكون في حوزة الطفل شريط ورقي حُرّ يمكن تحريكه على الشرائط الملصقة عددًا من المرات، لمعرفة ما إذا كانت هذه الشرائط متساوية في الطول أم لا. ولذا فإن القائم بالمهمة يقترح على الطفل استخدام الشريط الحر لمعرفة ما إذا كانت أطوال الشرائط الملصقة واحدة أم لا.

الأطفال في سن السادسة تقريبًا يكونون غير قادرين على التعامل مع الاقتراح المقدم من القائم بالمهمة بشكل مناسب؛ لأنهم لم يبلغوا بعدُ مستوى التفكير العملياتي الذي يمكِّنهم من إدراك أن تجزئة الشريط الورقي الملصق لا تؤدي إلى تغيير طوله، طالما أن عدد مرات تحريك الشريط الحر يظل واحدًا مع كل شريط.

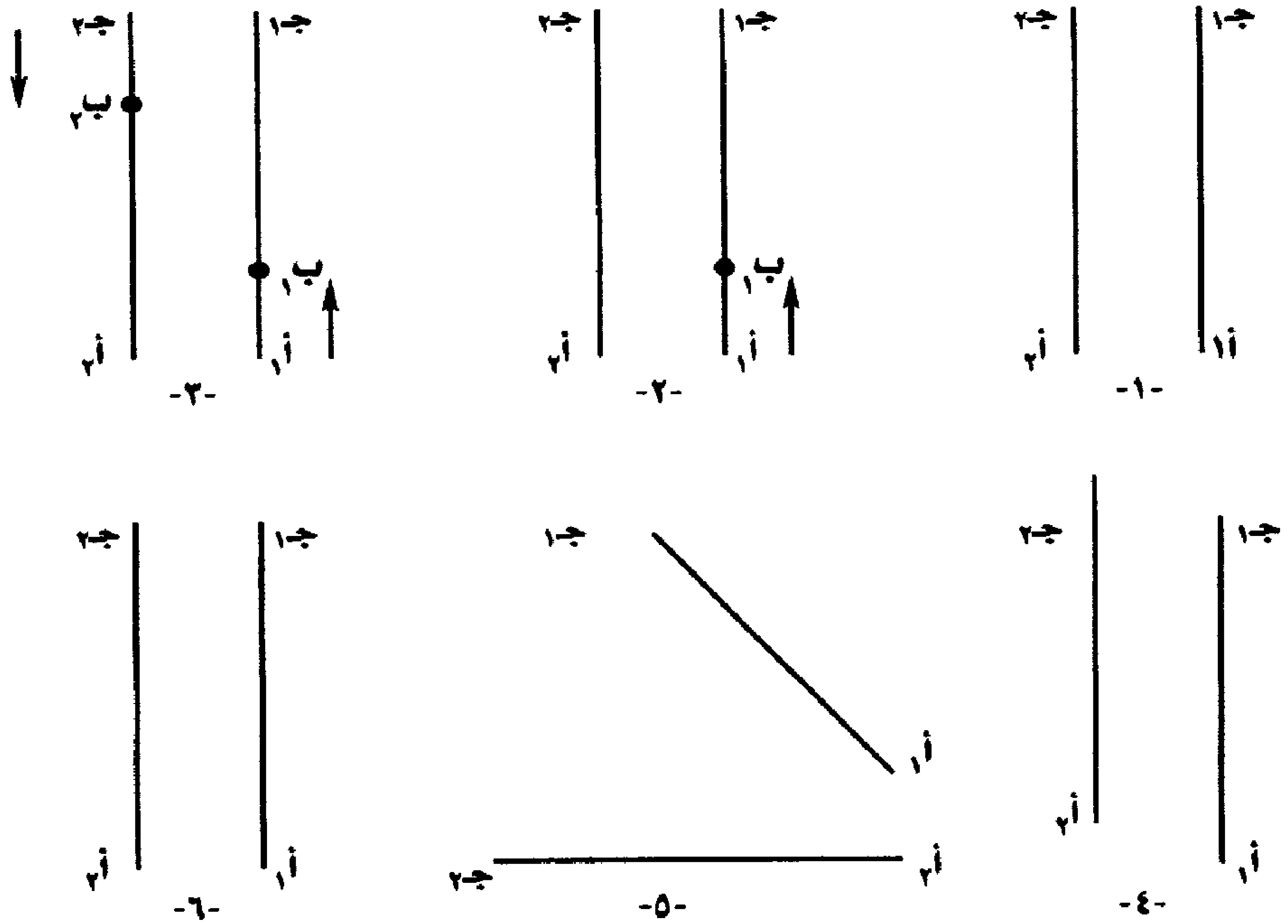
فيما بين السادسة والثامنة تقريبًا يكون الأطفال في مرحلة انتقالية بين الاحتفاظ وعدم الاحتفاظ. فقد يستخدمون مسطرة مدرجة للتأكد من مدى دقة استخدام الشريط الورقي الحر في عمليات القياس. هنا تبدأ قدرة الأطفال في استخدام الخاصية التحويلية للعلاقات (التعدي) في التطور. فإذا كان طول الشريط (أ) مثلاً ضعف طول المسطرة المستخدمة، وكان طول الشريط (ب) ضعف طول المسطرة، فإن ذلك يعني أن طول الشريط (أ) = طول الشريط (ب). أيضًا فإذا كان طول الشريط (أ) يساوي طول المسطرة ست مرات، وكان طول الشريط (ب) يساوي طول المسطرة خمس مرات، فإن ذلك يعني أن الشريط (أ) أطول من الشريط (ب).

في المرحلة الثالثة، فيما بعد السابعة أو الثامنة تقريبًا، يكون الطفل قد بلغ المستوى العقلي الذي يمكِّنه من الاحتفاظ بالطول، ومن ثم ممارسة عملية قياس الأطوال كعملية عقلية منتظمة، وليس كمجرد عملية روتينية تُستخدم فيها أدوات قياس معروفة.

تجزئة خط مستقيم إلى أقسام أصغر: Subdividing a line Segment

هنا يكون موضع الاهتمام هو تعرف مدى قدرة الطفل على ممارسة التفكير الانعكاسي والقياس للمسافات مع اختلاف واحد فقط عما سبق، وهو أن الطفل هنا لا يعطي أداة قياس، وإنما يترك له تحديد الكيفية التي سيحل بها مشكلة اختيار هذه الوحدة.

ولتقصِّي هذا الأمر، فإن بياجيه قد استخدم سلكين (نطلق على أحدهما (أ١ جـ١) والثاني (أ٢ جـ٢) مثبتين بمسمارين، وطول كل منهما ٣٠سم. وتوضع خرزة في كل سلك (ب١ للقائم بالمهمة، ب٢ للطفل).



تسير المهمة على النحو التالي:

١- يوضح القائم بالمهمة للطفل أن المسار الأيمن (أ١ جـ١) خاص به وأن المسار الأيسر (أ٢ جـ٢) خاص بالطفل. وبالتالي فإن العربة (الخرزة) التي سيتم تحريكها على المسار الأيمن هي عربة المجرِّب بينما العربة (الخرزة) التي سيتم تحريكها على المسار الأيسر خاصة بالطفل.

٢- يقوم القائم بالمقابلة بتحريك عربته (خرزته) من الوضع (أ١) إلى الوضع (ب١) (الشكل ٢)، ويطلب من الطفل تحريك عربته من (أ٢) نفس المشوار (المسافة) الذي تحركته العربة الخاصة بالمجرب.

٣- لمعرفة مدى قدرة الطفل على ممارسة التفكير الانعكاسي يقوم القائم بالمهمة بتحريك عربته على المسار الأيمن من (أ١) إلى (ب١) (الشكل٣)، ويطلب من الطفل تحريك عربته نفس المسافة، ولكن مبتدئًا من النقطة (جـ٢). من المفترض أن الطفل إذا كان قد بلغ مستوى العمليات العقلية الحسية يقوم بتحريك عربته من النقطة (جـ٢) إلى النقطة (ب٢) المبينة في الشكل ٣. أما فيما قبل ذلك فإن الطفل يقوم بتحريك عربته من النقطة (جـ٢) لتصبح مقابلة للنقطة التي تقف عندها العربة (ب١).

٤- يتم تكرار التجربة كما هو موضح في الخطوة ٢، ولكن مع تحريك أحد المسارين لتقصي أثر تحريك مسار معين على قدرة الطفل على تحديد المسافة التي يجب أن تتحركها عربته.

٥- يتم تعديل المهمة بعد ذلك، وذلك بإعطاء الطفل مسطرة غير مدرَّجة، طولها أطول من المسافة التي تتحركها العربة؛ لمعرفة مدى قدرته على تدريج المسطرة بشكل يمكِّنه من قياس المسافة التي تحركتها العربة (ب١) بما يمكِّنه من تحريك عربته (ب٢) نفس المسافة.

٦- تعديل آخر للمهمة يتم فيه استخدام سلكين، طول كل منهما ٣٠سم، مع إعطاء الطفل مسطرة طولها أقصر من المسافة التي تتحركها العربة (ب١)، وذلك لتعرف مدى قدرته على تحريك المسطرة عددًا من المرات لقياس المسافة التي تحركتها العربة (ب١) حتى يمكنه تحريك عربته (ب٢) نفس المسافة.

كيف تتطور قدرة الطفل على التعامل مع مثل هذا الموقف؟

١- في المرحلة الأولى، حتى سن السادسة تقريبًا، يكون الأطفال غير قادرين على تصور طول الرحلة التي تقطعها العربة على أنها مسافة بين نقطتين، وإنما

يفكرون فقط في نهاية الرحلة، أي في النقطة التي توقفت عندها العربة. ويتمثل هذا جليًّا في الوضع (٣) من الشكل السابق عندما يطلب من الطفل أن يتحرك بعربته (ب٢) من (جـ٢) نفس المسافة التي تحركت بها عربة القائم بالمهمة من (أ١) إلى (ب١). الطفل هنا يقوم بتحريك عربته (ب٢) لتقف إلى جوار العربة (ب١). إنه غير قادر على ممارسة التفكير الانعكاسي، ومن ثم فإنه يفكر في نقطة النهاية. كما أن الطفل هنا لا يقوم بأية محاولة لاستخدام أداة قياس حتى لو اقترح عليه القائم بالمهمة استخدامها.

٢- في المرحلة الثانية، حتى الثامنة تقريبًا، يستخدم الأطفال المحاولة والخطأ في التعامل مع الموقف، ومن ثم فإنهم يكونون قادرين على التعامل مع بعض المواقف، مثل الموقف المتضمن في الموضع ٢، بينما يخفقون في التعامل مع مواقف أخرى، كالمواقف المتضمنة في الأوضاع ٣، ٤، ٥.

أيضًا فإنهم إذا استخدموا المسطرة فإنهم يستخدمونها فقط للتحقق من صدق تقديراتهم البصرية، أو للتأكد من صحة القياسات التقريبية التي قاموا بعملها باستخدام أصابع أيديهم، مثلاً. وهذا يعني أنهم لم يبلغوا بعد المرحلة التي يستطيعون عندها استخدام إجراءات عقلية منظمة لحل مشكلات القياس.

٣- أما في المرحلة الثالثة، في الثامنة وما بعدها، يستطيع الطفل التعامل مع مشكلات القياس بشكل عقلي منظم وباستخدام إجراءات صحيحة.

الخلاصة:

تضمنت الصفحات السابقة عرضًا مبسطًا لبعض المفاهيم الخاصة بقياسات البُعد الواحد (الأطوال والمسافات). وعلى نحو أكثر تحديدًا، فإن القضايا التي تم عرضها هي:

١- تطور مفاهيم وقدرات القياس لدى الأطفال.

٢- الاحتفاظ بالمسافة.

٣- الاحتفاظ بالطول، وعلاقته بكل من تغيير الوضع وتغيير الشكل.

٤- قياس الطول.

٥- تجزئة خط مستقيم إلى أقسام أصغر، وعلاقة ذلك بكل من القياس والتفكير الانعكاسي.

علينا أن نتذكر هنا أننا قد استدعينا عددًا من المفاهيم والعمليات المتخللة في النمو العقلي، والتي سبق عرضها بتوضيح أكبر في الفصل الثالث من الدليل الحالي. وعلى وجه أكثر تحديدًا فإننا عرضنا القضايا المشار إليها هنا في ضوء كل من المفاهيم والعمليات التالية:

١- الاحتفاظ.

٢- القياس.

٣- التفكير الانعكاسي.

٤- التعدي (الخاصية التحويلية للعلاقات).

وقد أوضحت النتائج بصفة عامة أن المفاهيم الخاصة بالاحتفاظ بالأطوال والمسافات وقياسها تتطور لدى الطفل بشكل إجرائي حول سن الثامنة تقريبًا. وهذا يعني، إذا سلمنا بصحة هذه التقديرات العمرية، أن المفاهيم الخاصة بعمليات القياس المنظم ينبغي ألا تبدأ قبل بلوغه الصف الثالث الابتدائي، مع عدم إغفال حقيقة هامة وهي ضرورة تقديم ألوان من النشاط والخبرات الخاصة بهذه المفاهيم للطفل في سنيٍّ عمره المبكرة. إن الطفل، وفقًا لتصورات بياجيه، لا تنمو لديه هذه المفاهيم نتيجة التدريس المباشر، وإنما نتيجة تفاعلاته مع الأشياء نفسها وتفاعلاته الاجتماعية. أما بالنسبة للتدريس المباشر في المدارس، فإنه يؤدي فقط إلى تمكين الطفل من ترديد تلك المفاهيم دون أن يكون لها وجود وظيفي حقيقي في بنيته العقلية.

ولعل المهمات التي وردت الإشارة إليها في الصفحات السابقة تمثل منطلقًا مهمًّا للمربين والآباء؛ حيث يمكنهم أن يستفيدوا منها ويستثمروها كأنشطة وكخبرات يتفاعل معها الأطفال.

ثانياً: المساحات
(قياسات الأشياء ذات البُعدين)
Areas
Measurements of Two Dimension Objects

مقدمة:

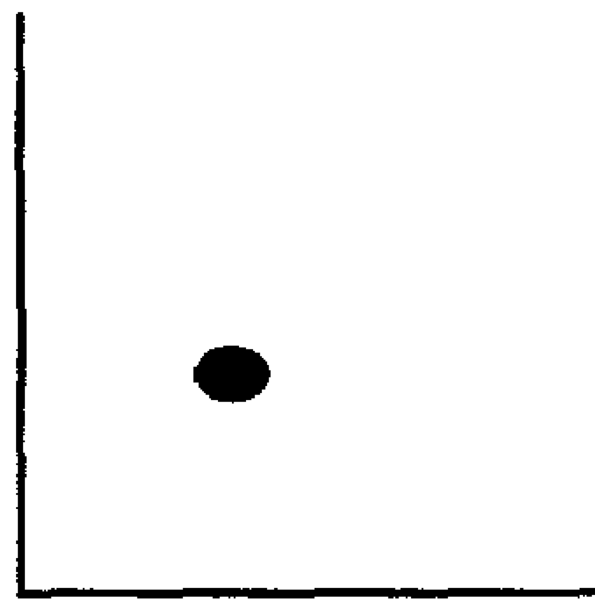
كمـا نعرف جمـيعًا، فـإن مساحـة شكل معين تقـدم للطلاب في المدارس في دروس الرياضيات على أنها = طول الشكل × عرضه. قد يكون هذا الشكل رسمًا على ورقـة، ومن ثم فله بُعـدان فقط هـما الطول والعـرض. وقـد يكون الشكل جسمًـا ما له أبعاد ثلاثة (طول وعرض وارتفاع)، وعندمـا نقوم بحساب مسـاحته فإننا نتعامل فقط مع طوله وعرضه.

ويخطئ من يتصور أن فكرة المساحة هي فكرة تعليـمية، أي لا يعرفها سوى من التحق بالمدارس وتعلمها. الحقيقة أن فكرة المساحة هي فكرة عقلية يتم اكتسابها من خلال الخبرات الحياتية التي نمر بها جـميعًا. فالمزارع الريفي البسيط الذي لم يلتحق بالمدرسة يـعرف حدود حـقله (مسـاحة الحقل) تمامًـا، ولو حاول جـاره أن يحرك العـلامات الحديـدية بين الحقلين ليـلاً ليزيد من مـساحـة حقله، فـإن هذا المزارع يكتشف ذلك فـوراً مهما كـانت صِغَر المسـاحة المستولَى عليـها. حقيـقةً إن ألوان النشاط والخبرات التي يتفاعل معها الطفل خارج المدرسة وداخلها (رغم تحفظ بياجية على ذلك) تسهم بالإسراع في تطور المفاهيم الخاصة بالمساحة وفي إثراء حياة الطفل العقلية، ولكن ذلك لا يعني أن من لم يلتحق بالمدرسة لن يكتسب هذا المفهوم.

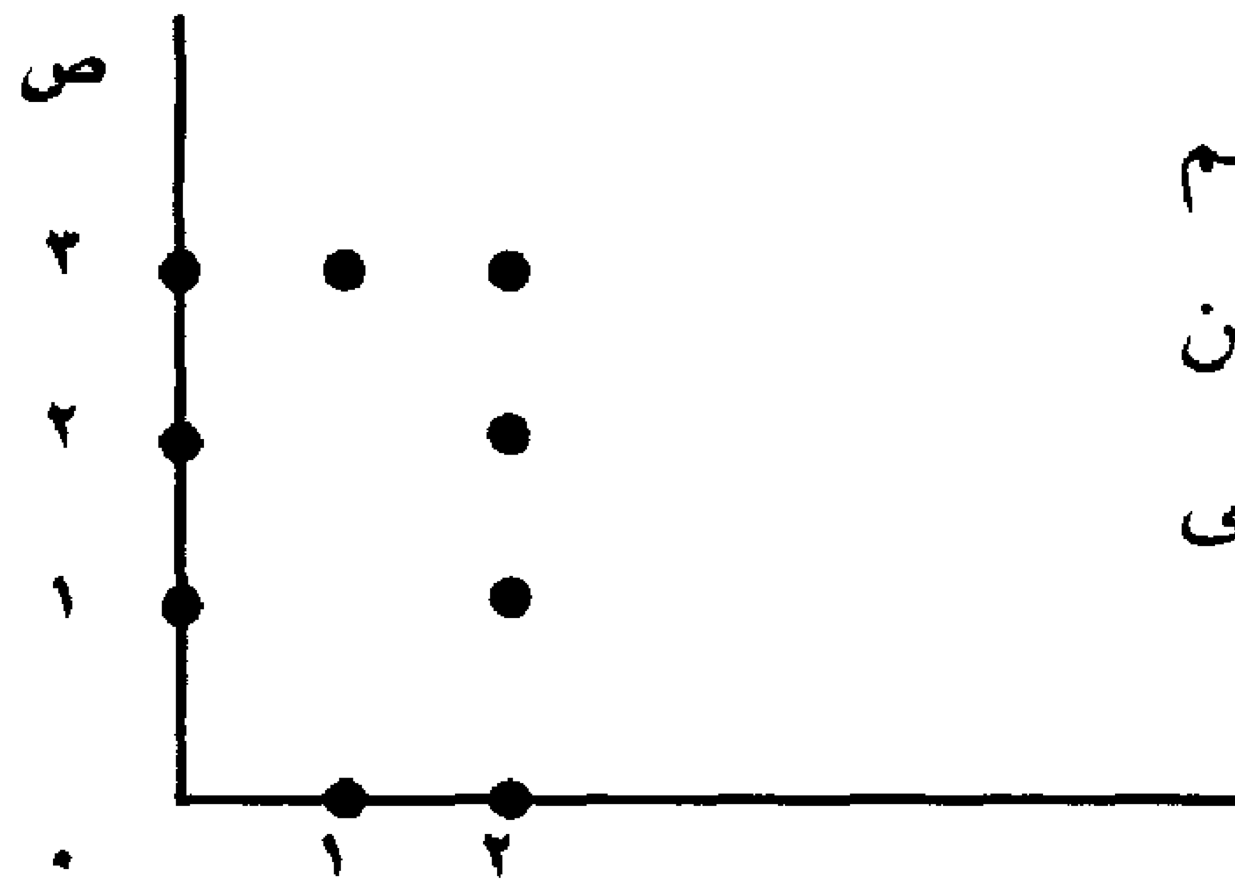
إن تعلم الأفكار الخاصة بالمساحة يسـتلزم أن يكون لدينا إطار مرجعي يتمثل في أفقي ورأسي (طول وعـرض). وبناء عليه، فـإن أحد اهتمـاماتنا هنا هو اكتـشاف الكيفية التي يستطيع بهـا الطفل تشييد محاور تنسيقيـة. لذا، فإن أحد موضوعات هذا الجـزء هو: تسكين (أو وضع) نقطة مـعـينة في حيـز ذي بعـدين. يلي ذلك

توضيح للكيفية التي يتم بها تقصي مفهوم الاحتفاظ بالمساحة لدى الطفل، ثم تطور فكرة قياس المساحة عند الطفل.

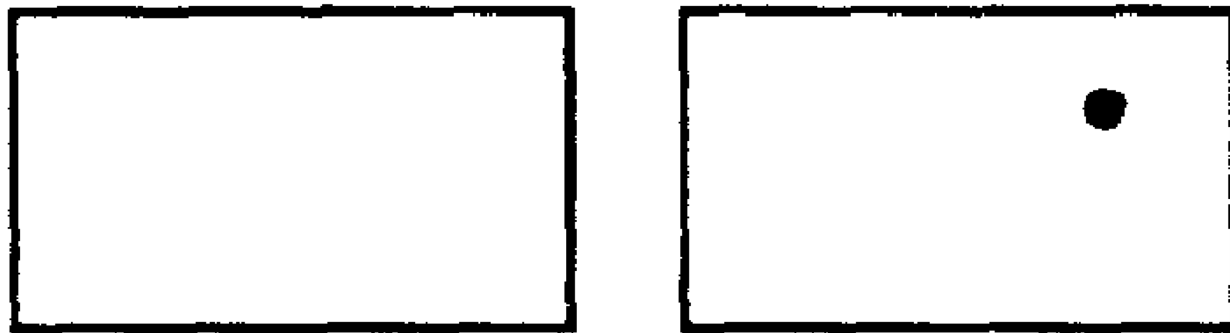
تسكين (وضع) نقطة في حيز ذي بعدين:



عندما نتحدث عن حيز ذي بعدين، فإننا بذلك نتحدث عن مساحة ما، وبالتالي فإنه إذا وجدت نقطة ما في حيز ذي بعدين فإن موقعها يتحدد بإطار مرجعي يتمثل في إحداثيين: أحدهما يطلق عليه الإحداثي الصادي والآخر يطلق عليه الإحداثي السيني. في ضوء ذلك، فإن وضع نقطة معينة كالمبينة في الشكل الجانبي يتطلب إجراء قياسات أفقية ورأسية، أو ما نطلق عليه الإحداثي السيني والإحداثي الصادي.



أما في حالة تسكين نقطة (٢، ٣) في رسم معين، فإن الأمر يتطلب عد وحدتين إلى اليمين على الإحداثي السيني، وعد ثلاث وحدات إلى أعلى على الإحداثي الصادي. وهكذا يصبح لدنيا مستطيل تمثل، س، ص أبعاده.



وبدون أن يكون لدى الطفل مثل هذا الفهم فإنه لن يستطيع مواجهة المشكلة الخاصة بتسكين نقطة معينة في حيز خال، مثل النقطة الموضوعة في رسم معين عندما نطلب منه وضع نقطة مثلها في الشكل الآخر.

وفي هذه المهمة يتم إعطاء الطفل مسطرة أو عصا أو شرائط ورقية أو خيط. وبعد أن يشاهد الرسم الأيمن نطلب منه أن يضع نقطة مثلها في الشكل الأيسر. وتسير عملية تعامل الطفل مع الموقف على نفس النمط التطوري الذي أوردناه في قياسات البُعد الواحد، تقريبًا. فعند سن ٤ أو ٥ فإن الأطفال يقومون بتخمين

موضع النقطة، ولكنهم لا يحاولون استخدام أدوات القياس المتاحة، في مرحلة تالية يحاول الأطفال استخدام المسطرة أو العصا لحل المشكلة، وذلك عن طريق عمل قياسات خطية تتمثل في قياس المسافة من ركن الشكل وتخمين أو تقدير الزاوية المناسبة. أي أن الطفل هنا يقوم بعملية قياس واحدة فقط.

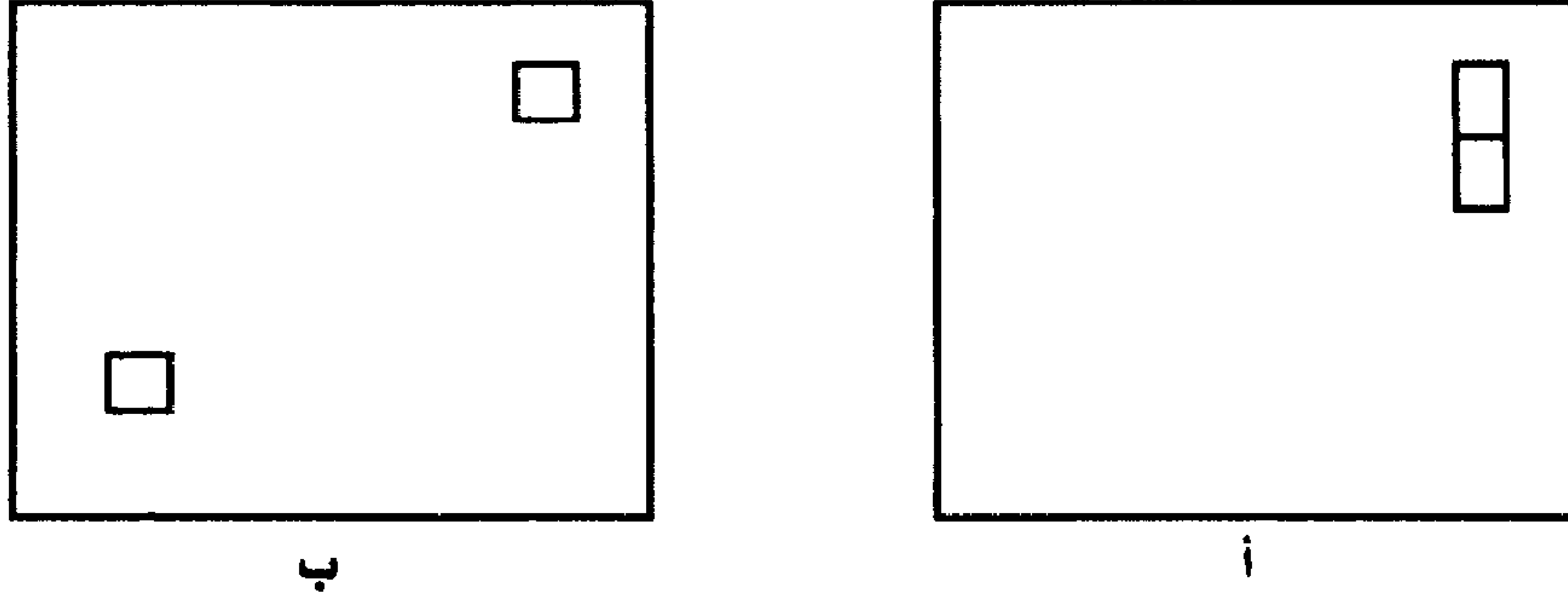
فيما بعد ذلك يبدأ الأطفال بالمحاولة والخطأ ثم بالمنطق في اكتشاف ضرورة القيام بعملية قياس (أفقي ورأسي) وذلك لوضع النقطة في موضعها الصحيح. أي أن الموقف الفاصل هنا والذي يتحدد من خلاله مدى قدرة الطفل على تسكين النقطة في موضعها الصحيح يتمثل في مدى استيعابه المفاهيمي لعلاقة أفقي ورأسي.

الاحتفاظ بالمساحة:

في البداية نود أن نلفت النظر إلى أنه ينبغي تجنب استخدام مصطلح «المساحة» عند تنفيذ المهمات الخاصة بالاحتفاظ بالمساحة وقياسها، ذلك أنه من الطبيعي ألا يكون الطفل على دراية بهذا المصطلح وإنما، بدلاً من ذلك، يتم استخدام عبارات بسيطة وكلمات مفهومة للطفل تحمل في داخلها مفهوم المساحة دون التصريح بذلك.

والمقصود بـ «الاحتفاظ بالمساحة» إدراك الطفل أن حيزًا (شكلاً) ما ذا بعدين يبقى كما هو دون تغيير، حتى لو حدث تغيير ظاهري في الشكل.

ولتقصي هذا المفهوم تستخدم المهمة المعروفة باسم «الحظائر والعشب»، وفيها يتم عرض لوحتين مربعتين من الورق المقوى أمام الطفل، كل منهما مطلية باللون الأخضر. ويقوم الطفل بفحص هاتين اللوحتين ويتأكد أنهما متساويتان تمامًا، ولا بأس من أن يقوم بمطابقتهما على بعضهما. يوضح القائم بالمهمة للطفل أن اللون الأخضر يدل على أن هاتين اللوحتين هما عبارة عن مزرعتين بهما عشب تأكل منه الماشية. يقوم القائم بالمهمة أيضًا بوضع بقرة على كل من اللوحتين، ثم يسأل الطفل: هل لدى كل بقرة نفس المقدار من العشب لتأكله؟ إذا أجاب الطفل بالإيجاب تتواصل المهمة.



عندئذ يقوم القائم بالمهمة بوضع منزل في الركن العلوي لإحدى اللوحتين ومنزل آخر مساوٍ للأول في المساحة في الركن السفلي للوحة الأخرى. ويقوم بسؤال الطفل: هل العشب المتبقي في المزرعة الأولى (بعد وضع المنزل) مساو للعشب الموجود في المزرعة الثانية (بعد وضع المنزل أيضًا)؟

بعد ذلك يقوم القائم بالمقابلة بإضافة منزل آخر في المزرعة (أ) بحيث يكون المنزلان متلاصقين، وبإضافة منزل آخر مساو في المزرعة (ب) بحيث يكون المنزلان في المزرعة متباعدين. لقد حدث هنا تغيير ظاهري وهو التصاق المنزلين في إحدى المزرعتين وتباعدهما في المزرعة الأخرى، ولكن يبقى مقدار العشب واحدًا في المزرعتين؛ لأن مقدار العشب المتبقي = مساحة المزرعة - مساحة المنزلين. فهل ينخدع الطفل بهذا التغيير الظاهري أم لا ينخدع (إذا كان محتفظًا بالمساحة)؟

يستمر القائم بالمقابلة في إضافة منازل أخرى (متساوية في المساحة) في كل من المزرعتين، مع وضعها في أوضاع أو أماكن مختلفة. وفي كل مرة يقوم بسؤال الطفل: هل ما بقي من العشب في كل من المزرعتين متساو أم مختلف؟

وتوضح النتائج أن الأطفال في هذه المهمة يمر تطورهم لمفهوم الاحتفاظ بالمساحة بثلاث مراحل:

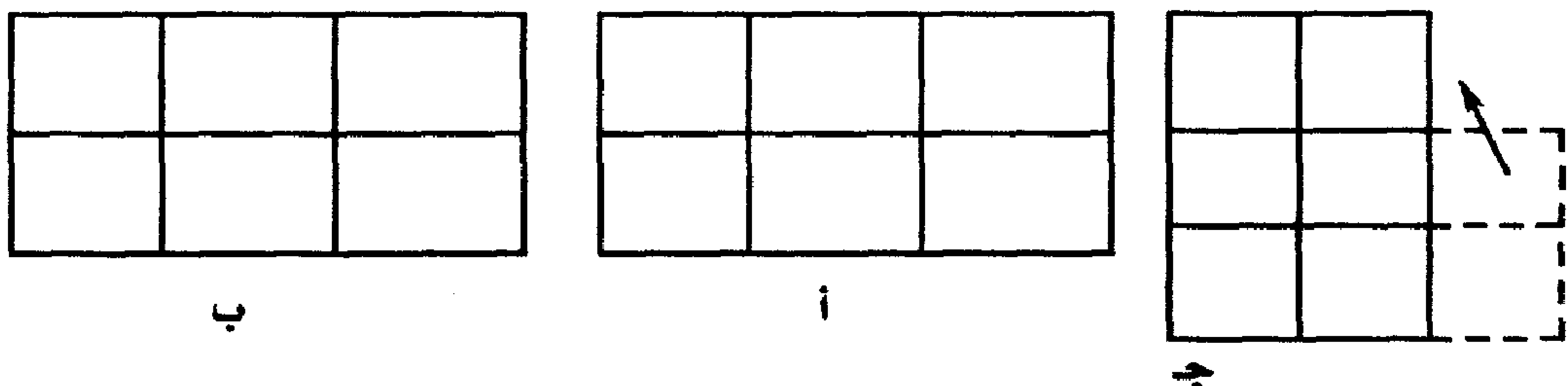
١- في المرحلة الأولى، بين الخامسة والسابعة، فإن الطفل لا يرى أن مقدار العشب في المزرعتين يكون واحدًا عند إضافة منازل أكثر. فمقداره في مزرعة يكون أكبر منه في المزرعة الأخرى.

٢- في المرحلة الثانية، قبل السابعة والنصف، فإنه يتصور أن مقدار العشب في المزرعة (أ) الموجود بها منازل ملتصقة أكبر من مقدار العشب في المزرعة الموجود بها منازل متفرقة (ب).

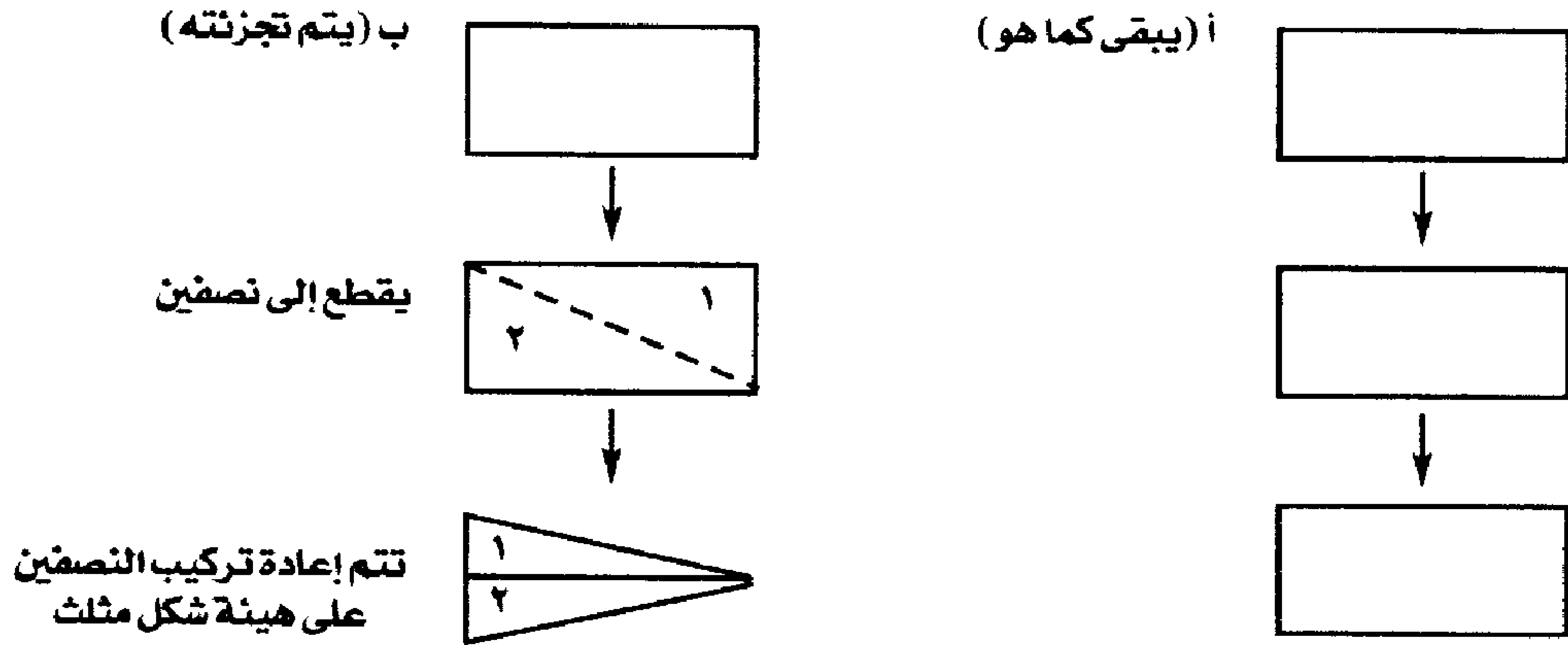
يستخلص بياجيه من ذلك أن الأطفال في هذه السن لا يستطيعون الاحتفاظ بالمطروحات (مقدار العشب = مساحة المزرعة - مساحة المنازل بغض النظر عن ترتيبها). فعملية الطرح بالنسبة للطفل في هذه المرحلة لا معنى لها. فالطفل وإن كان يستطيع الجمع في هذه السن، فإن الطرح، كعملية عكسية للجمع، لا معنى له عنده. وطالما أن التفكير الانعكاسي لم يتكون بعد عند الطفل في هذه السن، فإنه لا يستطيع الاحتفاظ بالمساحة.

٣- في المرحلة الثالثة، وفيما بعد السابعة والنصف، فإن الطفل يستوعب الموقف فوراً ولا ينخدع بالتغييرات الظاهرية في الموقف والمتمثلة في ترتيب المنازل بشكل مختلف في المزرعتين. إن لديه الآن فهمًا إجرائيًا لجمع وطرح المساحات مما يمكّنه من الاحتفاظ بالمساحة عند إضافة أو استبعاد منازل من المزرعتين بغض النظر عن كيفية ترتيبها في كلتا المزرعتين.

مهمة أخرى يمكن القيام بها، وفيها يتم استخدام عدد من البطاقات المتماثلة من الورق المقوى، يتم تشكيل مستطيلين منهما على النحو المبيَّن، وكل مستطيل يتكون من ست بطاقات مرتبة على النحو المبين. يقوم القائم بالمهمة بالاستفسار من الطفل عما إذا كان الشكلان متطابقين. فإذا ما أجاب الطفل بالإيجاب يقوم القائم بالمهمة بتحريك بطاقتين من أحد الشكلين على النحو المبين في (جـ). ثم يسأل الطفل ثانية: هل ما زال الشكلان متطابقين أم إن أحدهما قد أصبح أكبر من الآخر؟



مهمة ثالثة يمكن استخدامها أيضًا وتتضمن استخدام شكلين مستطيلين من الورق المقوى متطابقين. تتم تجزئة أحد الشكلين إلى قسمين، يتم وضعهما معًا بحيث يكون الناتج شكلاً آخر (مثلثًا) مختلفًا عن شكل المستطيل الأول.



عندئذ يتم سؤال الطفل: هل الشكل الناتج من التجزئة (المثلث) يطابق الشكل الذي لم تتم تجزئته (المستطيل أ) أم أن أحدهما أكبر من الآخر؟

يمر الأطفال في مراحل تعاملهم مع الموقف بترتيب نمائي مماثل لما حدث في مهمة الحظائر والعشب، حيث يتصورون في مرحلة ما قبل العمليات أن تجزئة الشكل المستطيل وإعادة ترتيبه بعد تقسيمه ليأخذ شكل المثلث تجعله أكبر من الشكل المستطيل الذي لم يجزأ. ولكن عندما يبلغون مستوى التفكير العملياتي الحسي فيما بعد السابعة، فإنهم لا يخدعون بمثل هذه التغييرات الظاهرية.

بطبيعة الحال يمكن التفكير في مهمات أخرى عديدة تستخدم فيها بطاقات ورق مقوى متطابقة يتم ترتيبها في أشكال مختلفة مع تساوي عدد البطاقات في كل شكل، ثم نتقصى تصورات الأطفال عن هذه الأشكال وعن مدى تطابقها مع بعضها لنتعرف على مدى استيعابهم لمفهوم الاحتفاظ بالمساحة.

قياس المساحة:

لسنا في حاجة إلى أن نذكّر بأن القياس هو عملية يتم فيها إحلال وحدة قياس معينة محل الشيء المطلوب قياسه عددًا من المرات يساوي الشيء المطلوب قياسه.

وقد اتضح لنا ذلك عند محاولة تعرف قدرة الطفل على اســتخدام أداة قياس معينة (شريط ورقي حر) لقياس الأطوال.

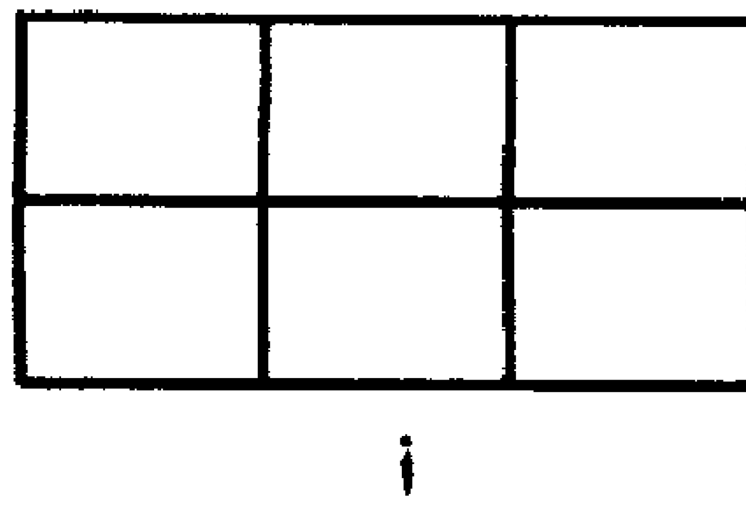
الأمر بالنســبة لقياس المســاحات قد يكون أكــثر صعوبة، ذلك أنه في القــياس الخطي كانت عملية القياس تتم في بُعد واحد فــقــط (تستخدم فيها وحدات «سم» أو «م» أو غير ذلك). أما في حالة قياسات المســاحات، فإن عمليات القياس تكون ذات بعدين، أي للطول والعــرض معًا (ووحدات قيــاسها عــادة «سم^{٢}»، أو «م^{٢}» أو «بوصة مربعة»... إلخ).

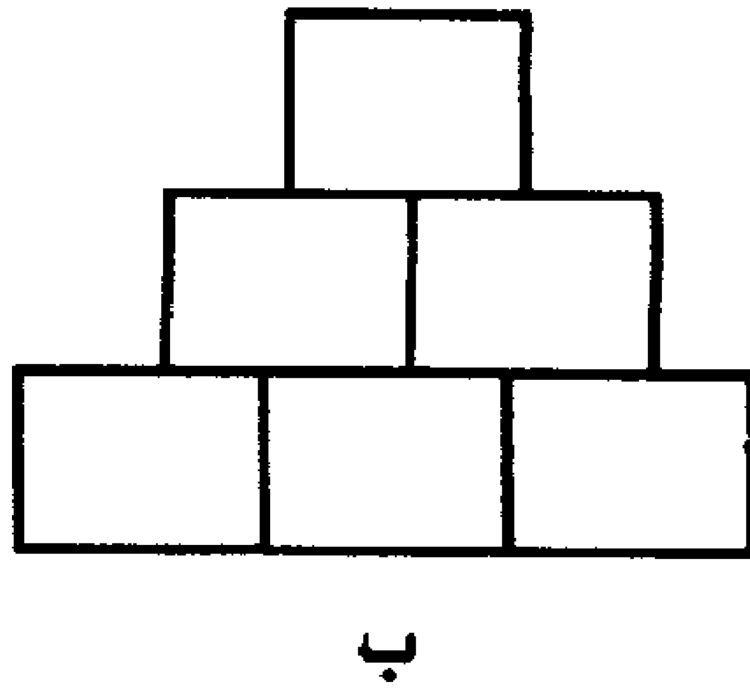
الســؤال الآن هو: كيف يحــاول الطفل التعــامل مع موقف يســتلزم منه القــيام بعمليــة قياس لمساحة مــعينة؟ تعتمــد الأفكار البياجيــتية الخاصة بالتــعامل مع هذا السؤال على اســتخدام ثلاث طرق، هي: التطــابق -القياس الوحــداتي- المقاييس الطولية أو الخطية (المساطر).

أ- التطابق (المطابقة): **Superposition**

المطابقة هنا تعني اســتخدام عدد من وحدات القياس (بطاقــات مربعة أو أشكال مثلثة أو كليهما) لتغطية الشكلين المراد قياس مساحتيهما والمقارنة بينهما.

فعلى سبــيل المثال، نفترض أن لدينا شكلين كــل منهما مكون من ست بــطاقــات مــربعــة متــماثلة، ولكنهــمــا مرتبــان بطريقتــين مختلفتيــن: أحدهما على هيــئــة شكل مــســتطيل والآخر على هيئة شكل هرمي متدرج.

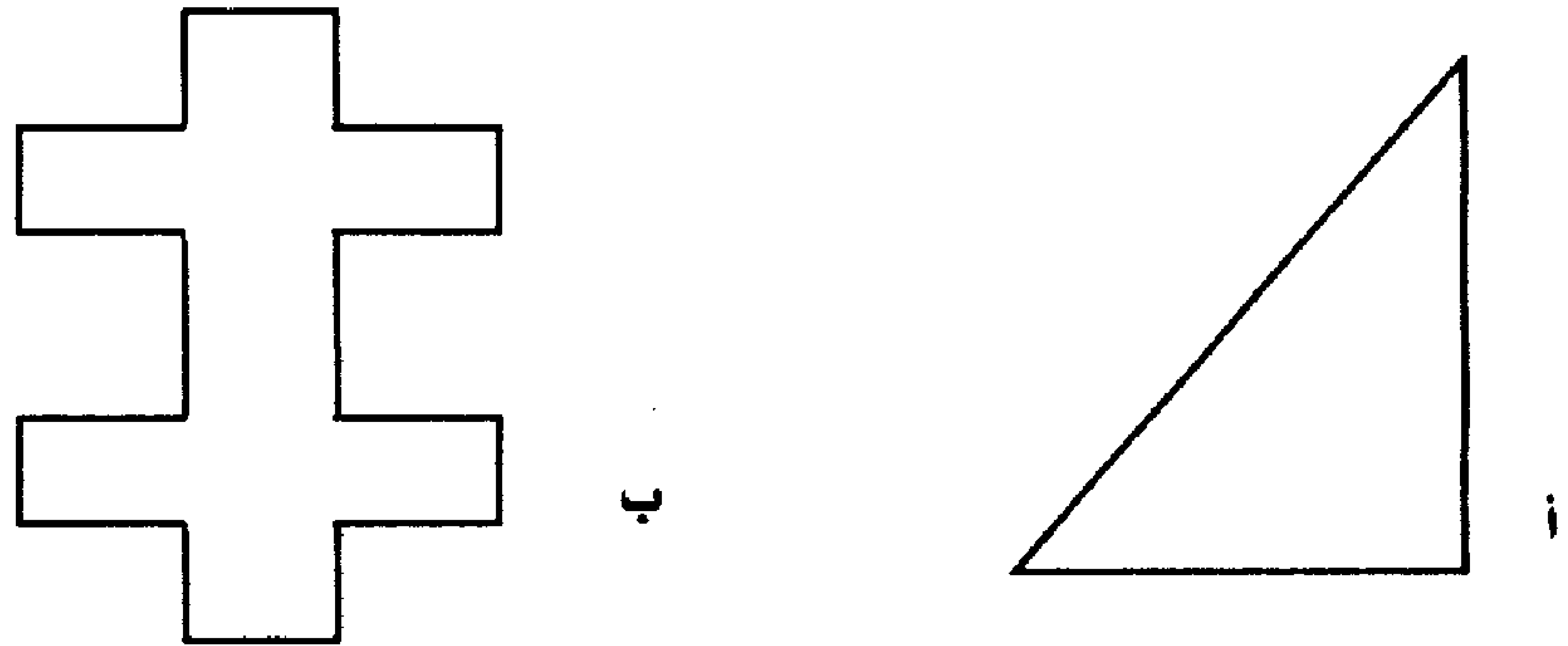

أ


ب

أردنا أن نعرف مدى قــدرة الطفل على تحديد الكيفية التي يمكن بهــا التأكد من أن هذين الشكلين مــتطابقان أم لا، وذلك بتوفــير عدد كــبير من البطاقــات المربعة المتمــاثلة والتي يساوي كل منهــا أي بطاقة من البطاقات المســتخدمــة في الشكلين (أ،ب). عندئذ نسأل الطفل: كيف يمكن باستخدام البطاقات التي معك معرفة ما إذا كان الشكلان (أ،ب) متطابقين أم لا؟

المفترض هنا أن يقوم الطفل بتغطية الشكل (أ) بعدد ست بطاقات، والشكل (ب) بعدد ست بطاقات أيضًا، ومن ثم يستنتج أنه طالما أن عدد البطاقات المستخدمة في تغطية كلا الشكلين واحد، فإن الشكل (أ) يكون مطابقًا للشكل (ب). علينا أن نلاحظ هنا أيضًا احتياج الطفل إلى الخاصية التحويلية للعلاقات (التعدي). فطالما أن الشكل (أ) يتم تغطيته بعدد ست بطاقات، والشكل (ب) يتم تغطيته بعدد ست بطاقات أيضًا، إذن الشكل (أ) يكون مساويًا (في المساحة) للشكل (ب).

يمكن للمهمة أن تزداد تعقيدًا، فقد يكون أحد الشكلين على هيئة مثلث (أ) والشكل الآخر متعدد الأضلاع (ب).



في هذه الحالة يقوم القائم بالمهمة بإعطاء الطفل عددًا كبيرًا من الأشكال المربعة الصغيرة والأشكال المثلثة قائمة الزوايا. ثم يسأل الطفل: هل يمكن استخدام هذه الأشكال لمعرفة ما إذا كان الشكلان (أ،ب) متطابقين أم أن أحدهما أكبر من الآخر؟

تشير النتائج إلى أن الأطفال فيما قبل السادسة لا يستطيعون استيعاب تلك الفكرة، فهم لا يتصورون أن مجموع عدد القطع الصغيرة معًا يكون له نفس مساحة قطعة كبيرة مرة واحدة.

وفيما بين السادسة والسابعة والنصف تقريبًا، فإن الأطفال يبدءون عن طريق المحاولة والخطأ في إدراك الفكرة التحويلية المتضمنة، والتي تتمثل في أنه إذا كان عدد القطع الصغيرة التي تغطي الشكل (أ) = عدد القطع الصغيرة التي تغطي الشكل (ب) فإن مساحة الشكل (أ) = مساحة الشكل (ب).

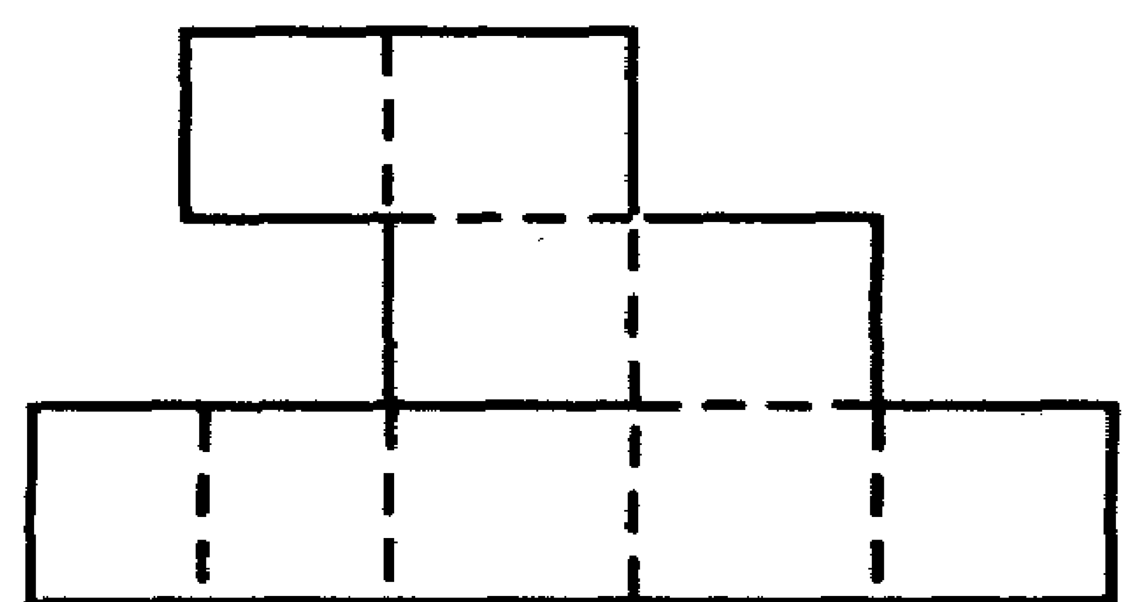
وبدءًا من السابعة والنصف وحتى الثامنة والنصف يتعامل الأطفال مع الموقف بسلاسة ويسر، فهم قد أصبحوا مدركين للخاصية التحويلية ومدركين أيضًا للحاجة إلى وجود مقاييس مشتركة (القطع الصغيرة).

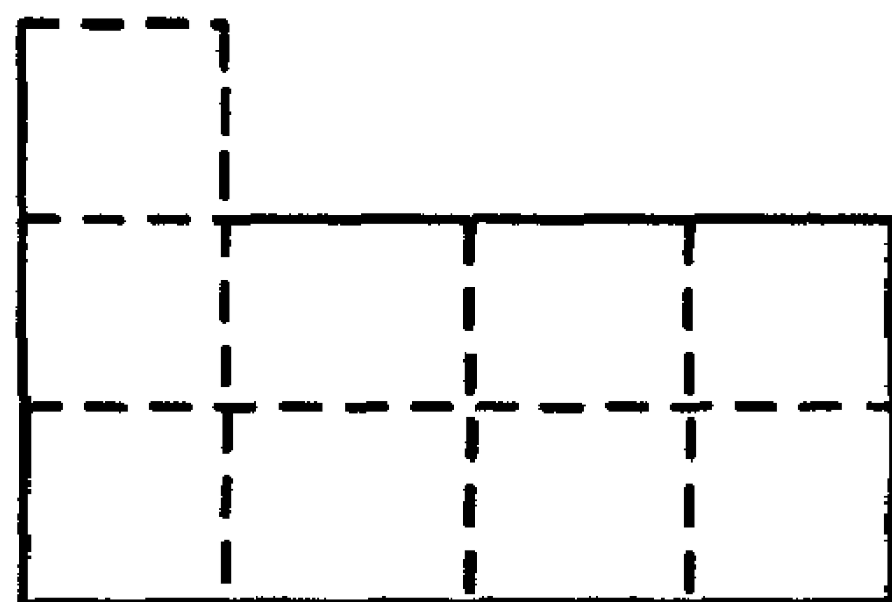
ب- القياس باستخدام الوحدات: unit Measurement:

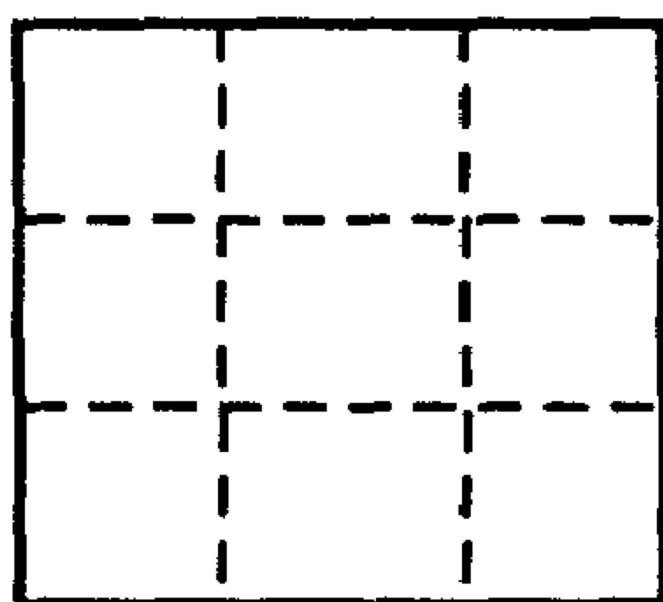
في المهمات السابقة الخاصة بالتطابق كان الطفل يعطي عددًا كافيًا من القطع الصغيرة تمكنه من تغطية الشكلين المطلوب مقارنة مساحتيهما. أما هنا، فإن الأمر يقتصر على إعطاء الطفل قطعة واحدة فقط (ولتكن على شكل مربع مثلاً) ذات مساحة صغيرة، بحيث يمكن تحريكها عددًا من المرات على الشكل المطلوب قياس مساحته، ومن ثم -وباستخدام نفس الطريقة -يتم قياس مساحة الشكل الآخر، وعندئذ يمكن المقارنة بين مساحتي الشكلين. القطعة الصغيرة (البطاقة المربعة)، إذن، تعمل كوحدة قياس أساسية.

في المهمة التالية، يعطَى الطفل بطاقة مربعة صغيرة تعمل كوحدة قياس أساسية، بحيث يمكن تحريكها عددًا من المرات بشكل منظم داخل أي شكل من الأشكال الموضحة أدناه، مع تكرار نفس الشيء مع الأشكال الأخرى. وفي ضوء ذلك تتم المقارنة بين مساحات الأشكال المختلفة لمعرفة مدى تطابقها أو عدم تطابقها مع بعضها.

أيضًا، يتم إعطاء الطفل قلمًا رصاصًا حتى يمكنه تحديد المساحة حول البطاقة في كل مرة يقوم فيها بتحريكها داخل أي شكل من الأشكال. ويتم عرض مجموعة من الأشكال (كالموضحة أدناه) أمام الطفل. عندئذ يقوم القائم بالمقابلة بسؤال الطفل: هل يمكن استخدام تلك البطاقة الصغيرة لمعرفة ما إذا كانت هذه الأشكال متماثلة أم أن أحدها أكبر من الآخر؟


جـ


ب


أ

توضح النتائج أن الأطفال في سن الخامسة والسادسة تقريبًا، وربما في السابعة أيضًا، عادة ما يكونون غير قادرين على أداء المهمة. فهم يتصورون، مثلاً، أن الشكل (ب) أكبر من الشكل (أ) لوجود جزء بارز في الشكل (ب). فإذا طلب حساب عدد مرات تحريك البطاقة في كلا الشكلين، فإنهم يجدونها تسعة في كل شكل، ومع ذلك يظلون على قناعة بأن الشكل (ب) أكبر من الشكل (أ). المشكلة هنا أن الخداع الحسي يكون مهيمنًا بدرجة كبيرة ومتغلبًا على التطابق العددي.

فيما بعد ذلك يحدث قدر محدود من النجاح في فهم الفكرة. فهم قد يقومون بتحديد عدد مرات تحريك البطاقة المربعة في كلا الشكلين (أ، ب) ليجدوا أنها تسعة في كلا الشكلين. ومع ذلك، فإذا ما قام المجرب بسؤال الطفل: افترض أن هذه المربعات عبارة عن قطع من الشيكولاته، فأيهما يكون أكبر؟ فإنه يختار الشكل (ب).

فيما بعد الثامنة يكون الأطفال مدركين لفكرة البطاقة المربعة كوحدة قياس أساسية يتم البناء عليها. وبناء عليه فإنهم لا يواجهون أية مشكلة في التعامل مع الموقف.

ج- القياس باستخدام مقاييس الأطوال (المساطر):

نحن هنا نتساءل: متى يصبح الطفل قادرًا على استيعاب فكرة أن حاصل الضرب (الطول × العرض) يمكن استخدامها لقياس مساحة مستطيل ما؟ إن الذي يحدث هو أن الأطفال تقدم لهم تلك المعادلة لاستخدامها في إيجاد مساحة شكل ما دون أن يكون لهذا الاستخدام معنى وظيفي بالنسبة لهم. وقد أوضح بياجية أن الأطفال لا تتكون لديهم القدرة (العقلية) على تحديد مساحة شكل ما باستخدام المعادلة (الطول × الضرب) قبل سن الحادية عشرة أو الثانية عشرة.

ولاستقصاء مدى استيعاب الطفل لفكرة مضاعفة المساحة (باستخدام المساطر)، يتم عرض خط مستقيم طوله ٣ سم مرسومٍ على ورقة أمام الطفل. ويطلب من الطفل أن يقوم برسم خط طوله ضعف طول الخط الذي يراه أمامه (مع ملاحظة أن الطفل يكون معه مسطرة وخيط).

عندئذ يتم رسم مربع طول ضلعه ٣ سم، فتكون مساحته ٣×٣ سم^{٢}. ويطلب من الطفل أن يرسم مربعًا آخر (وليس مستطيلاً) يبلغ مقداره (مساحته) ضعف مقدار (مساحة) المربع المرسوم أمامه.

ما الذي تشير إليه النتائج الخاصة بهذه المهمات؟

لقد أوضحت النتائج أن الأطفال في مرحلة ما قبل العمليات (في سن السادسة أو السابعة تقريبًا) لا يستطيعون حتى مضاعفة الطول؛ لأنهم أصلاً غير قادرين على الاحتفاظ بالطول والتجزئة، ومن ثم فهم غير قادرين على القيام بعمليات قياس. عندما يتجاوز الطفل سن السابعة، فإنه قد يكون قادرًا على مضاعفة الطول، ولكنه غير قادر على مضاعفة المساحة.

فيما بعد، وعند سن الحادية عشرة أو الثانية عشرة، فإن الطفل قد يستخدم طريقة جيدة لمضاعفة المساحة، فعندما نقدم للطفل رسمًا لمربع طول ضلعه ٣سم (ومن ثم تكون مساحته ٩سم^{٢}) ونطلب منه رسم مربع آخر مقداره (مساحته) ضعف مقدار (مساحة) ذلك المربع، فإنه يجد أنه لو رسم مربعًا طول ضلعه ٦ سم تكون المساحة الكلية ٣٦سم^{٢}، أي أربعة أضعاف مساحة المربع الأول. عندئذ يقوم بحساب مساحة المربع الأول فيجدها ٩سم^{٢}، فيعرف أن المطلوب هو رسم مربع مساحته ١٨سم^{٢}. وبناء عليه، فإنه يدرك أنه مطلوب منه إيجاد الجذر التربيعي لرمز العدد ١٨ فيجده تقريبًا أكبر من ٤ بقليل، فيكون طول ضلع المربع الجديد أكبر من ٤سم.

الخلاصة:

قدمنا في الصفحات السابقة عرضًا لبعض الأفكار المتصلة بقياسات الأشياء ذات البعدين (المساحات)، ومنها:

١- تسكين نقطة في حيز ذي بعدين.

٢- الاحتفاظ بالمساحة.

٣- قياس المساحة باستخدام التطابق وباستخدام فكرة وجود وحدة قياس أساسية وباستخدام المساطر.

واتضح لنا أن مفاهيم القياس والاحتفاظ والتفكير الانعكاسي والتعدي- تُعد أساسية لاستيعاب الأفكار الخاصة بقياس المساحات. كما اتضح أيضًا أن فكرة مضاعفة مساحة شكل ما باستخدام المسطرة تعد على قدر من الصعوبة يجعل من غير اليسير على طفل في سن ما قبل الحادية عشرة أو الثانية عشرة أن يبلغها أو يتعامل معها بشكل مناسب.

على أية حال، فإن الصفحات السابقة قد تضمنت عددًا لا بأس به من ألوان النشاط التي يمكن للآباء والمربين أن يستخدموها كخبرات يتفاعل معها الأطفال.

***

ثالثاً: الحجوم
VOLUMES

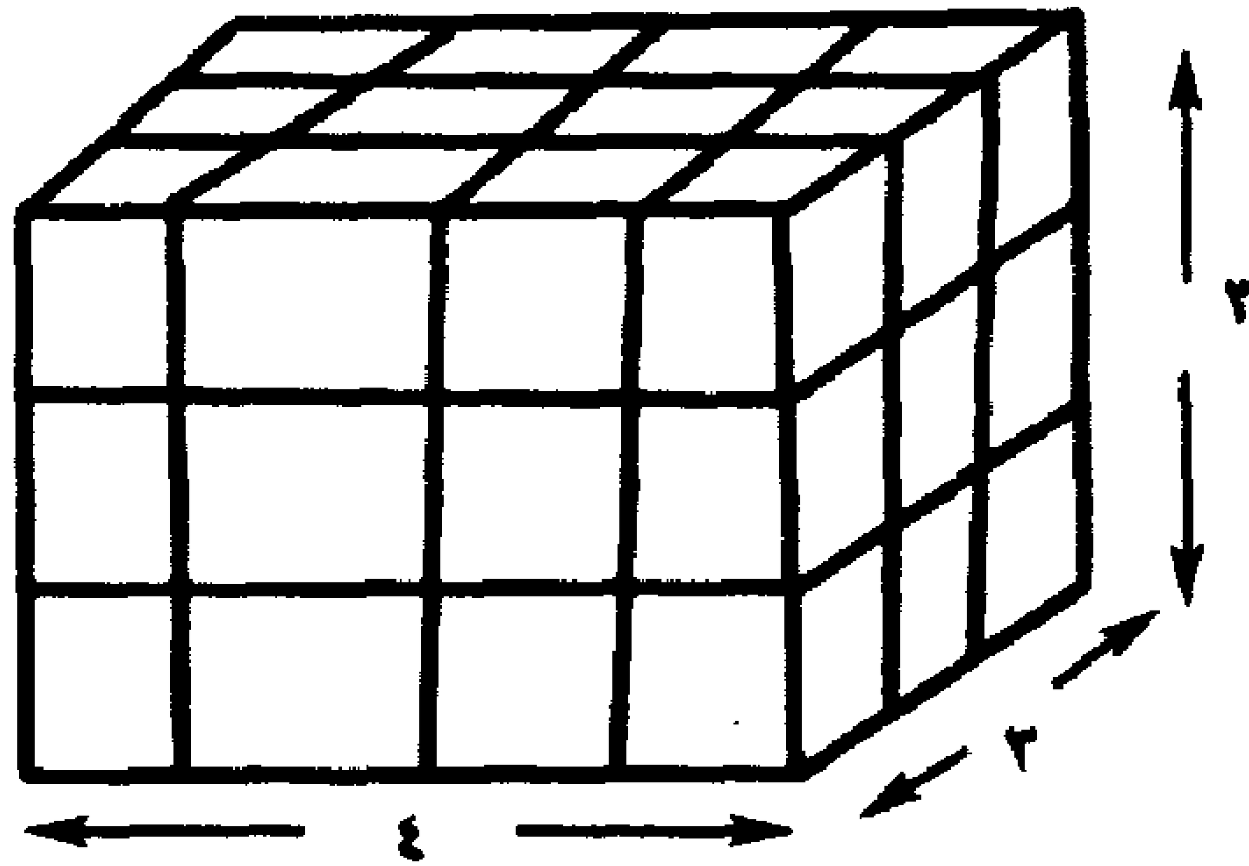
مقدمة:

الآن نتناول بعض المفاهيم الأكثر تعقيداً، إلى حد ما، من مفاهيم أخرى تناولناها في صفحات سابقة. إنها تلك المفاهيم الخاصة بالاحتفاظ بالحجوم، أي بالأشياء ثلاثية الأبعاد والتي تتمثل في المجسمات بأشكالها المختلفة.

وفي السطور التالية نجد عرضاً لثلاثة مفاهيم خاصة بالحجوم: الاحتفاظ بالحجم - الاحتفاظ بالحجم الداخلي - الاحتفاظ بحجم الماء المزاح.

الاحتفاظ بالحجم:

يقصد بـ(الاحتفاظ بالحجم) إدراك أن حجم جسم ما لا يتغير حتى لو حدث له تغيير ظاهري في شكله أو وضعه.



ولتقصي مدى قدرة الأطفال على الاحتفاظ بالحجوم يتم استخدام مجموعة من المكعبات عددها ستة وثلاثون مكعباً، في بداية المهمة يقوم المجرب بتشييد مبنى من هذه المكعبات طوله أربعة مكعبات وعرضه ثلاثة مكعبات وارتفاعه ثلاثة مكعبات.

وبما أن الحجم = الطول × العرض × الارتفاع، فإن حجم هذا المبنى يعادل ٤×٣×٣ = ٣٦ مكعباً .

يشاهد الطفل المبنى ويفحصه جيداً. عندئذ يقوم المجرب بسؤال الطفل عما إذا كان من الممكن تشييد مبنى مماثل لهذا المبنى باستخدام نفس العدد من المكعبات

ولكن على جزيرة صغـيرة بحيث يكون طوله ثلاثة مكعبات فقط وعـرضه مكعبان فقط؟

تشيـر النتائج إلى أن الطفل في سن السـادسة وما قـبلها يكون غيـر قادر على التعـامل مع الموقف لأنه غير مـستوعب لأحـداثه. نفس الشيء تقريبًـا يحدث مع الأطفال فـيما بعد السـادسة وحتى السابعـة، وربما بعدها، فهم غيـر قادرين على تشييد مبنى مماثل علـى حيز (مساحة) أصغر باستخـدام نفس العدد من المكعبات. ومن ثم، فإنهم قد يتـوقفون عن استكمال عـملية التشييـد عند بلوغ المبنى الجديد نفس ارتفاع المبنى الأول، ذلك لأنهم لا يتصورون أن يكون المبنى أكثر ارتفاعًا دون أن يصاحب ذلك زيادة في الحـجم. بمعنى آخر، فإن إحداث أي تغيـير في الشكل يسبب لهـؤلاء الأطفال صعـوبة في الاحتفـاظ بالحجم. ومع اقتـراب الأطفال من بلوغ نهاية هذه المرحلة فـإنهم يبدءون في استيعـاب الموقف على نحو أفضل. ومع ذلك، فإن قدرة الأطفال علـى الاحتفاظ بالحجم تظل مشكلة إلى مـا بعد السابعة وحتى الحـادية عشرة تقريبًـا، أي عندما يكون هؤلاء الأطفال على وشك مـغادرة المدرسة الابتدائية.

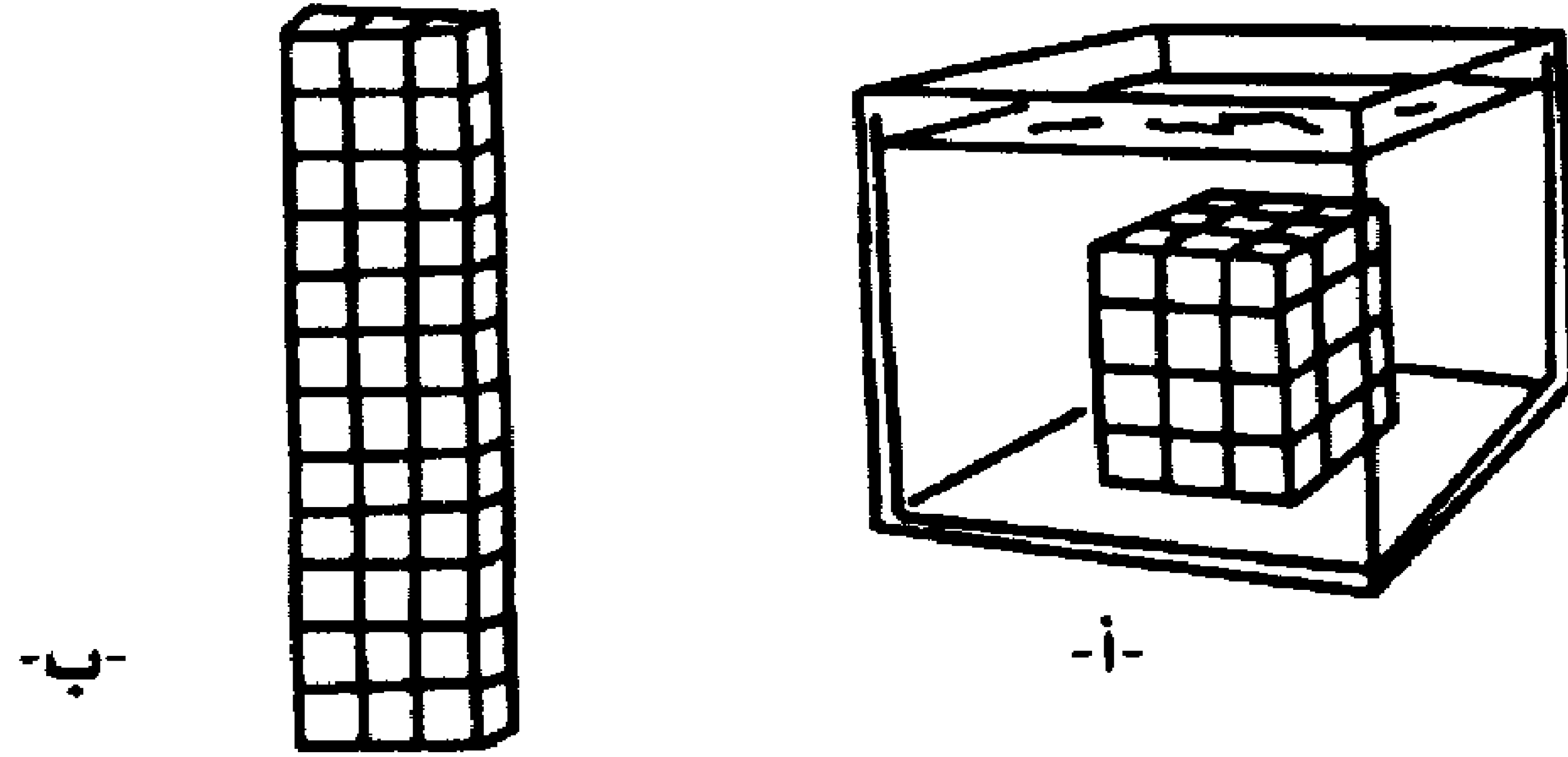
بطبيعة الحال، فإن هذه المهمة يمكن إجراؤها بأشكال مختلفة، كأن يقوم المجرب بتشـييد مبنى أبعـاده ٣× ٣× ٤ (أي يتكون من ستة وثلاثين مكعبًـا)، وبعد إعطاء الطفل عددًا مماثلاً من المكعبات يطلب منه تشيـيد مبنى مماثل علـى قاعـدة أبعادهـا ٢ × ٢ (أي يفتـرض أن يكون الارتفاع تسعة طوابـق في هذه الحالة). ويتم تكرير المهمة بتغـيير أبعاد القاعدة. من المتـوقع أن تكون النتائج مماثلة لتلك التي أوردناها في الفقرة السابقة.

يتضح من ذلك أن مفهوم الاحتفاظ بالحجم يتأخر نموه عن بقية المفاهيم، حيث لا يكتسبه الطـفل عادة قبل سـن الحادية عشـر أو الثانيـة، أي في نهاية مـرحلة العمليات الحسـية وبداية مرحلة العمليات الشكلية. وهذا هو مـا كنا قد أشرنا إليه في الفـصل الأول من أنه ليس من الضـروري أن تنمـو جـميـع مفـاهيم مـرحلة العمليات الحسية في توقيت واحد، وإنما قد يتأخر نمو بعضها عن البعض الآخر.

الاحتفاظ بالحجم الداخلي:

في الجزء السابق كنا نتناول الحجم من منظور شغل الجسم حيزًا مُعينًا في الفراغ أو المكان. وعندما نتناول فكرة الحجم الداخلي، فإننا نتناول الشق الخاص بسعة هذا الجسم مقارنة بأجسام أخرى. وتتم دراسة قدرة الأطفال على الاحتفاظ بالحجم الداخلي بطريقتين: الأولى ترتبط بمقدار ما يزيحه الجسم من ماء مقارنة بجسم آخر، والثانية ترتبط بالسعة الداخلية للجسم مقارنة بجسم آخر.

ولتقصي قدرة الطفل على الاحتفاظ بالحجم الداخلي نستخدم نموذجين من المكعبات؛ أحدهما أبعاده ٣ × ٣ × ٤ = ٣٦ مكعبًا، والثاني أبعاده ٣ × ١ × ١٢= ٣٦ مكعبًا أيضًا.

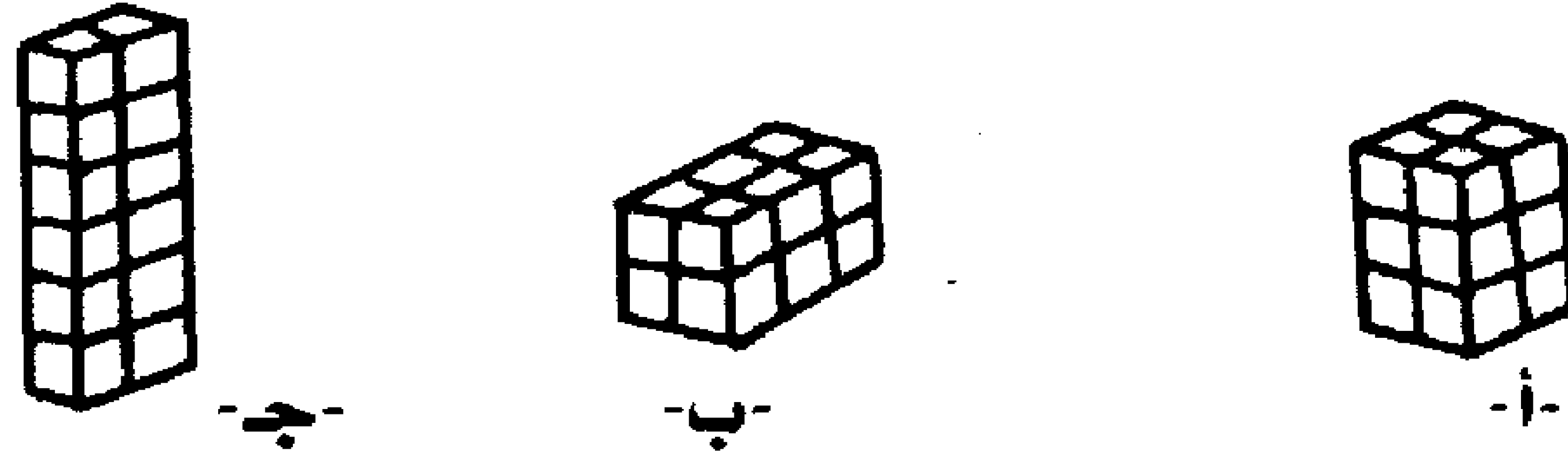


يوضع النموذجان أمام الطفل، كما يوضع أمامه أيضًا حوض به ماء. يشاهد الطفل مستوى الماء فى الحوض ويتأكد منه، ثم يتم غمر النموذج الأول (أ) في الماء فيرتفع الماء إلى مستوى أعلى يشاهده الطفل. عندئذ يتم رفع النموذج من الماء، ويقوم المجرب بسؤال الطفل: هل إذا غمر المبنى ب في الماء يرتفع الماء إلى نفس المستوى؟ أم أعلى؟ أم أقل؟

يعتقد الأطفال في سن السابعة وما بعدها قليلاً أن حجمي الجسمين واحد؛ لأن كلا منهما يشتمل على ستة وثلاثين مكعبًا. ومع ذلك، فإنهم لا يتصورون أن مقدار الماء المزاح سيكون واحدًا في الحالتين. ولا يكتمل تصورهم الصحيح عن الاحتفاظ بالحجم الداخلي قبل بلوغهم الحادية عشرة أو الثانية عشرة.

في دراسة أجراها لوفيل وأوجليفي (Lovell And Oglivi, 1961) تضمنت واحدًا وتسعين طفلاً بريطانيًا تراوحت أعمارهم بين الثانية والحادية عشر، وكان كل

طفل يقابل بمفرده وذلك بغرض تقصي مدى استيعابه للاحتفاظ بالحجم الداخلى. وكان المجرب يقدم للطفل مبنيين كل منهما يتكون من اثني عشر مكعبًا ولكن أبعادهما مختلفة: ٢ × ٢ × ٣ (الشكل أ)، ٢ × ٣ × ٢ (الشكل ب).



كان المجرب يقول للطفل: إن كل مبنى من هذين المبنيين عبارة عن صندوق تحفظ داخله بعض الأشياء. ثم يستفسر من الطفل عن ما إذا كان الحيز المتاح لوضع هذه الأشياء في الصندوق أ هو نفسه الحيز المتاح لوضع الأشياء في الصندوق ب. بعد تسجيل إجابة الطفل يقوم المجرب بإعادة ترتيب الشكل أ لتصبح أبعاده ١ × ٢ × ٦ و(الشكل جـ). عندئذ يطلب المجرب من الطفل مقارنة الحيز المتاح في الصندوق جـ بالحيز المتاح في الصندوق ب.

وقد أوضحت النتائج أن العديد من الأطفال (٨٦٪ من الأطفال في سن الثامنة والتاسعة يتعاملون بسهولة مع الموقف عند مقارنة أ مع ب، أما عند المقارنة بين ب، جـ فإن النسبة قد قلت إلى ٦٦٪ تقريبًا، وهذا يعني أن الاستجابات الخاصة بالاحتفاظ بالحجم الداخلي تتوقف صحتها على الكيفية التي يتم بها ترتيب المكعبات. وتكتمل قدرة الأطفال على التعامل مع الموقف عند سن الحادية عشرة أو الثانية عشرة.

الاحتفاظ بحجم الماء المزاح:

تستند المهمة الخاصة بفكرة «الاحتفاظ بالحجم المزاح» إلى تصور بسيط للغاية، وهو أنه إذا كان لدينا جسمان من معدنين مختلفين، وكان هذان الجسمان متماثلين تمامًا في كل شيء من حيث الشكل وأي أبعاد أخرى كالطول أو العرض أو القطر أو الارتفاع، فإن كتلتيهما سوف تكونان مختلفتين لاختلاف الكثافة، حيث إن الكثافة = الكتلة/ الحجم. وطالما أن حجم الجسمين واحد فلابد أن تكون كتلة

الجسمين مختلفة، ومن ثم تكون الكثافة مختلفة. ويمكن أن نتبين ذلك لو وضعنا أحد الجسمين (وليكن أسطوانة من الحديد) في كف اليد اليمنى والجسم الآخر (وليكن أسطوانة من الألومونيوم) في كف اليد اليسرى فإننا سوف نشعر أن أسطوانة الحديد أثقل من أسطوانة الألومنيوم. علينا أن نتذكر هنا أنه طالما أن الأسطوانتين من المعدن فإنه إذا وضعت أي منهما في حوض به ماء فإنها تنغمر في الماء، ومن ثم يرتفع الماء إلى أعلى.

نريد أن نتذكر هنا أن حجم الماء المزاح إلى أعلى عند غمر إحدى الأسطوانتين المعدنيتين فيه يتوقف على حجم الأسطوانة وليس على كتلتها. وطالما أن الأسطوانتين (الحديد والألومنيوم) متساويتان في الحجم فإن حجم الماء الذي تزيحه أيٌّ منهما إذا غمرت في الماء يكون واحدًا في الحالتين.

وهنا تبدأ مهمتنا، حيث يحضر القائم بالمهمة أسطوانتين معدنيتين متماثلتين تمامًا في كل شيء بحيث إذا وضعتا جنبًا إلى جنب كان لهما نفس الارتفاع وإذا وضعتا فوق بعضهما كان لهما نفس القطر. الأسطوانتان المعدنيتان مختلفتان فقط في نوع المعدن فإحداهما، مثلاً، من الحديد والثانية مثلاً من الألومنيوم. نوضح للطفل أن الأجسام المعدنية تنغمر في الماء، ولا بأس من غمر أي جسم معدني في الماء ليتأكد الطفل من ذلك. يقوم الطفل بفحص الأسطوانتين ليتأكد من تماثلهما تمامًا (في الحجم) ولكنه سوف يشعر أنهما مختلفتان في الكتلة، فإحداهما أثقل من الأخرى. أمام الطفل مخبار به ماء إلى منتصفه تقريبًا.

يقوم المجرب بإنزال إحدى الأسطوانتين، ولتكن الألومنيوم، في المخبار أمام الطفل بحيث يشاهد الطفل الماء وهو يرتفع إلى أعلى كلما غمرت الأسطوانة، وعند اكتمال غمر الأسطوانة في الماء يكون الماء قد ارتفع إلى نقطة معينة يحددها المجرب والطفل معًا.

يقوم المجرب بإخراج أسطوانة الألومنيوم من الماء، ثم يسأل الطفل: إذا غمرنا أسطوانة الحديد (الأثقل) في الماء مثلما فعلنا مع أسطوانة الألومنيوم فهل يرتفع الماء

إلى نفس النقطة التي ارتفعها في المرة الأولى (مع الألومنيوم)؟ أم إلى نقطة أعلى منها؟ أم إلى نقطة أقل منها؟

تشير النتائج بصفة عامة إلى أن الأطفال قبل سن الحادية عشرة أو الثانية عشرة يتصورون أنه عند غمر أسطوانة الحديد في الماء فإن ارتفاع الماء سيكون أكبر مما كان عليه عند غمر أسطوانة الألومنيوم! لماذا؟ لأن الحديد أثقل. إنهم هنا قد انخدعوا بالكتلة ولم يدركوا أن حجم الماء المزاح يتوقف على حجم الأسطوانة وليس على كتلتها. أي أن التغيير الظاهري الذي حدث هنا هو التغيير في الكتلة رغم أنه لا علاقة لها بحجم الماء المزاح.

ولعله من المناسب هنا أن نشير إلى أن أحد المؤلفين لهذا الدليل ظل يدرس هذه المادة لطالبات جامعيات لمدة اثني عشر عامًا، أي أربعة وعشرين فصلاً دراسيًا. وفي كل مرة، عندما نتناول هذه القضية مع الطالبات ويتم عرض الموقف عليهن فإنهن وبنسبة تقترب من المائة بالمائة كن يتصورن أن حجم الماء المزاح يتوقف على ثقل الجسم وليس على حجمه.

مهمة أخرى قام بها جود وعدد من زملائه (Good et al. 1973) لتقصي مدى تطور فهم الأطفال لفكرة الاحتفاظ بالحجم المزاح. استخدمت في المهمة سدادة أو أسطوانة ومخبار به ماء إلى منتصفه تقريبًا. وقبل غمر الأسطوانة في الماء، فإن المجرب كان يسأل الطفل عن ما سيحدث لمستوى الماء في المخبار لو أدليت الأسطوانة في المخبار حتى وصلت إلى قاعه. الإجابة المتوقعة بالطبع هي أن الماء سيرتفع إلى أعلى لحد معين. عندئذ يقوم بغمر الأسطوانة بالفعل في المخبار حتى تصل إلى قاعه، ومن ثم يرتفع الماء في المخبار. عندما تكون الأسطوانة مغمورة في قاع الإناء يقدم المجرب سؤالاً للطفل يطلب منه فيه أن يتنبأ بمستوى الماء في المخبار لو تم رفع الأسطوانة قليلاً إلى أعلى حتى تبلغ ما قبل منتصف المخبار. رغم أن الأسطوانة لو تم رفعها إلى أعلى قليلاً من قاع الإناء تظل مغمورة فى الماء، ومن ثم يبقى مستوى الماء كما هو دون تغيير فإن الأطفال سينخدعون بهذا التغيير الظاهري ويتصورون أن ذلك الرفع سوف يؤدي إلى هبوط مستوى الماء.

وأوضحت نتائج هذه الدراسة أنه لن يستطيع الأطفال قبل سن العاشرة أو الحادية عشرة أن يستجيبوا للموقف بشكل صحيح مع تقديم سبب منطقي.

خاتمة:

أوضحت لنا الصفحات السابقة -التي عرضنا فيها الكيفية التي تتطور بها مفاهيم وعمليات القياس في بعد واحد وبعدين وثلاثة أبعاد- أن بعض المفاهيم تنمو في توقيت مبكر مع بداية مرحلة العمليات الحسية وبعضها يتأخر إلى نهاية مرحلة العمليات الحسية وربما إلى بدايات مرحلة العمليات الشكلية.

على أية حال، فإننا نستطيع أن نستخلص مما سبق عرضه أن هناك عددًا من المؤشرات التي إذا ظهرت دل ذلك على أن الطفل قد اكتسب المفاهيم والعمليات الخاصة بالقياسات. وتتلخص هذه المؤشرات في كون الطفل قادرًا على أن:

١- يستخدم خاصية العلاقات التحويلية (التعدي) بشكل سليم عند المقارنة بين طولي شيئين وذلك باستخدام أداة قياس مناسبة.

٢- يحتفظ بالمسافة بين شيئين لو تم إدخال حاجز بينهما.

٣- يحتفظ بطول شيء معين لو حدث تغيير ظاهري في وضعه.

٤- يحتفظ بطول شيء معين لو حدث تغيير ظاهري في شكله(كتجزئته مثلاً).

٥- يقيس طول شيء معين ويقارن بين الأطوال باستخدام أداة قياس (شريط ورقي حر). أي يكون قادرًا على استخدام فكرة التعدي.

٦- يمارس التفكير الانعكاسي عند قيام المجرب بتحريك عربة في اتجاه ويطلب منه (من الطفل) أن يحرك عربة من الاتجاه المعاكس نفس المسافة.

٧- يقوم بتسكين نقطة معينة في حيز ذي بعدين، مما يعني قدرته على التنسيق بين الإحداثيين الأفقي والرأسي.

٨- يحتفظ بالمساحة لو أحدثنا تغييرات ظاهرية في الأشكال أو في ترتيبها.

٩- يقيس مساحة شكل ما باستخدام التطابق والقياس الوحداتي والمساطر، مما يعني أيضًا قدرته على استخدام الخاصية التحويلية للعلاقات.

١٠- يضاعف مساحة شكل باستخدام عمليات عقلية منظمة.

١١- يحتفظ بالحجم الخارجي لجسم ما.

١٢- يحتفظ بالحجم الداخلي لجسم ما.

١٣- يحتفظ بحجم الماء المزاح.

١٤- يشيد الزوايا باستخدام طريقة منظمة للتفكير (سبق تناولها في المتطلبات الأساسية لتعلم المفاهيم الإقليدية، ومن ثم لم تكن هناك ضرورة لمعاودة الحديث عنها).

***

الفصل الثامن

الزمن والحركة

Time and Motion

مقدمة:

إن مفهومنا عن الزمن ينبع من تصوراتنا عن تتابع الأحداث. فالليل والنهار يتعاقبان دومًا مما يؤدي إلى حدوث تغيير في الزمن. كما أن اليوم الواحد تتتابع أحداثه من شروق للشمس ثم تعامد لها ثم غروب، ومن ثم فإن الزمن يتتابع أيضًا. وهكذا، فإننا نجد أن الزمن يرتبط بالحركة، ومن ثم فإن دراسة المفاهيم المتصلة بالزمن لا يمكن أن تنفصل عن مفهومنا للحركة.

ولعله من المثير هنا أن نشير إلى أن اهتمامات بياجيه بدراسة الزمن والحركة تولدت نتيجة مقترحات قدمها له العالم الفيزيائي الرياضي الشهير ألبرت أينشتين الذي كان شغوفًا بمعرفة الكيفية التي يكتسب بها الناس تصوراتهم عن الزمن والحركة (Good,1977,p.91). فنحن جميعًا وبلا استثناء يتكون لدى كل منا انطباعات حدسية عن مفاهيم وعلاقات على شاكلة: أكبر سنًا من، أصغر سنًا من، أسرع، أبطأ، قبل، بعد، إلخ، وكلها مفاهيم وعلاقات ترتبط بالزمن والحركة.

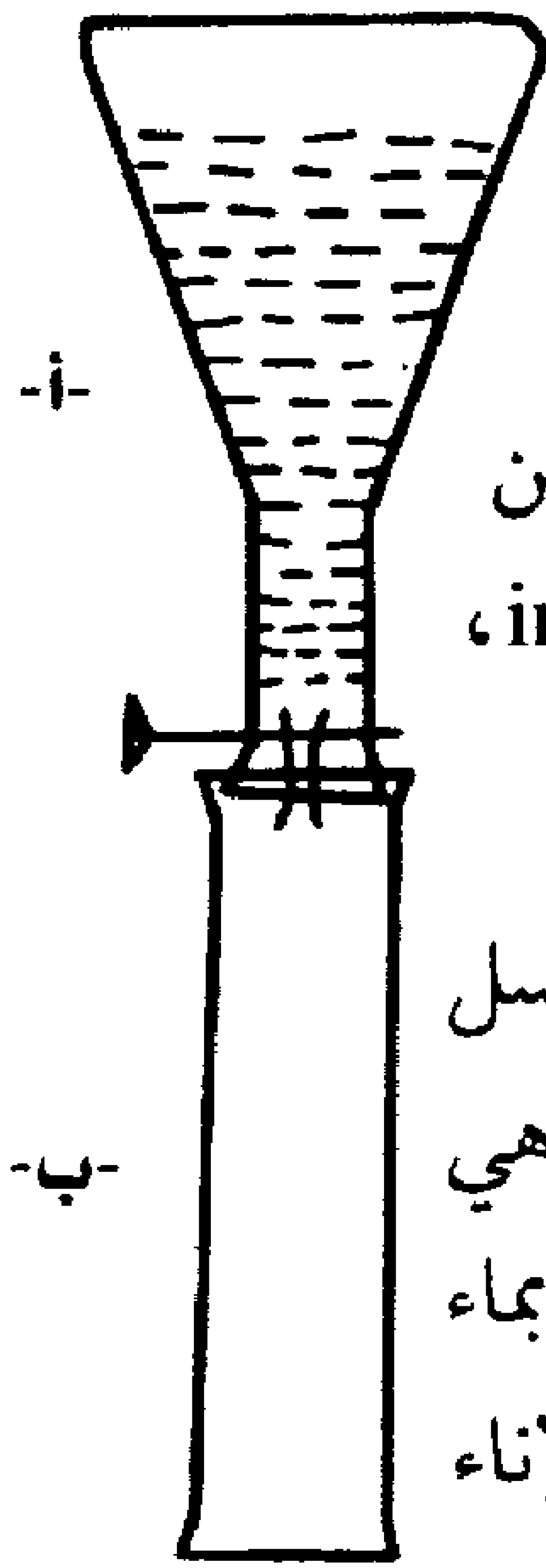
ومن هنا كانت اهتمامات بياجيه بدراسة الكيفية التي تتطور بها مفاهيم الطفل عن الزمن والحركة. وفي سبيل تحقيق ذلك كان لابد له أن يحدد بعض المفاهيم والأفكار المرتبطة بهذين المفهومين، ثم يبتكر مهمات تعكس استجابات الطفل لها مدى استيعابه لهذه المفاهيم.

ولقد جرت العادة في تعاملاتنا مع الأفكار الخاصة بالزمن أن ندرسها بشيء من العمومية، إلا أن بياجيه ربط بينها وبين الحركة. ومن ثم، فإن الحركة تعد جزءًا أساسيًا متكاملا من عملية دراسة مفاهيم الزمن. فلقد نظر بياجيه إلى المكان على أنه يعبر عن زمن ساكن "still of time"، وإلى الزمن بحسبانه مكان أو حيز في حالة حركة "space in motion".

في ضوء ذلك، فإن بياجيه قد قام بتنفيذ عدد من المهمات والاستقصاءات لتعرف مفاهيم الأطفال عن كل من: التتابع -الأمد- الزمن الفيزيقي (الواقعي)-

الاحتفاظ بالزمن. بالإضافة إلى ذلك تمت دراسة تطور فهم الأطفال لفكرة السرعة (الوصفية والكمية).

تتابع (تسلسل) الأحداث: Sequencing of Events



إن الأطفال في سني عمرهم المبكرة تكون مفاهيمهم عن الزمن هي بمثابة انطباعات حدسية تعتمد على مدركاتهم الحسية فقط. وفيما بعد، تتطور هذه الانطباعات الحدسية ليصبح المنطق هو أساس فهمهم الإجرائي عن الزمن. ويشير بياجيه إلى هذين المستويين من الفهم بمصطلحي «الزمن الحدسي» intuitive time، و«الزمن الإجرائي» operational time.

ولتقصي مدى استيعاب الطفل للعمليات الخاصة بتتابع أو تسلسل الأحداث، يتم استخدام الأداة الموجودة في الجانب الأيسر، وهي عبارة عن وعاءين: الوعاء العلوي كمثري الشكل يتم تعبئته بماء ملون، ويسد بسدادة لها محبس يتحكم في تدفق الماء إلى الإناء السفلي (ب). والإناء السفلي (ب) أسطواني الشكل له نفس الحجم الداخلي الذي للوعاء العلوي أ.

الطفل موضع الاهتمام لديه مجموعة من الرسومات للأداة لا توجد عليها أية علامات. من الطبيعي أنه عندما يسمح للماء بالتدفق من أ إلى ب فإن مستواه ينخفض في أ ويرتفع في ب حتى نصل إلى وضع يمتلئ فيه ب بالماء ويكون أ خاليًا من الماء.

تبدأ المهمة بأن يقوم المجرب بفتح المحبس لفترة بسيطة يتساقط خلالها الماء من أ إلى ب. عندئذ يغلق المحبس ويطلب من الطفل أن يحدد مستوى سطح الماء في كلٍّ من الوعائين أ، ب.

بعد ذلك يقوم المجرب بتكرير نفس الشيء (فتح المحبس قليلاً لتساقط قطرات من الماء من أ إلى ب ثم إغلاق المحبس). عندئذ يطلب من الطفل أن يستخدم رسمًا آخر غير الأول ويسجل عليه مستوى سطح الماء في كلٍّ من أ، ب.

يتم إجراء نفس الخطوات عدد من المرات يتراوح بين ٦، ٨ مرات. وفي كل مرة يستخدم الطفل رسمًا تخطيطيًا خاليًا من العلامات ويقوم هو بتحديد مستوى سطح الماء في كلا الوعائين في كل مرة.

بعد ذلك يقوم المجرب يأخذ الأوراق المتضمنة للرسومات التي قام الطفل بتسجيل مستوى سطح الماء في أ، ب فيها في كل مرة، وخلطها بغير نظام، ثم يعطيها للطفل ويطلب منه القيام بسلسلتها وفقًا للترتيب الذي استخدمه في تخطيط العلامات في كل مرة. يقوم المجرب بتدوين التسلسل الذي رتب به الطفل الرسومات وبتدوين تفسيرات الطفل لما قام به من عمل.

في خطوة تالية، تتم تجزئة كل ورقة أفقيًا بحيث ينفصل الوعاء العلوي أ في كل رسم عن الوعاء السفلي ب، ثم يتم خلط الأوراق جميعها بغير نظام. عندئذ يطلب من الطفل أن يقوم بتجميع الرسومات ثانية بحيث يكون كل وعاء علوي مع الوعاء السفلي المناسب كما لو لم يكن كل منهما قد فُرِّق إلى جزأين.

ولكي يتم الطفل هذه الخطوة على نحو صحيح، فإنه ينبغي أن يرتب رسومات الوعاء أ ترتيبًا صحيحًا بالإضافة إلى ترتيب رسومات الوعاء ب، ثم تجميع الترتيبين بشكل صحيح. ووفقًا لما يقرره بياجيه، فإن عملية التنسيق بين حركتي هذه السلسلة المشتركة (علوي وسفلي) تشكل أساس فكرة الزمن.

كان الطفل يسأل أيضًا: هل الماء (المتساقط من الوعاء العلوي إلى السفلي) يستغرق لينتقل من نقطة في الوعاء العلوي إلى النقطة التي تليها نفس الوقت الذي يستغرقه للانتقال من نقطة في الوعاء السفلي إلى النقطة التي تعلوها؟ هذه هي الفكرة الخاصة بالأمد (المدة الزمنية) والتي سيتم تناولها بعد هذا الجزء مباشرة.

وقد أوضحت نتائج المهمة الخاصة بتتابع الأحداث أن الأطفال فيما بين الخامسة والسابعة يكونون غير قادرين على عمل الترتيب الصحيح للرسومات حتى قبل تقطيعها، بمعنى أنهم غير قادرين على إعادة تشييد ترتيب الأحداث في سلسلة فردية. ولكي يتمكن هؤلاء الأطفال في هذه السن من أداء تلك المهمة بنجاح

فإنهم يحتاجون إلى مراقبة التجربة مـرة ثانية لالتقاط الرسوم الصحيحة في الوقت الذي يشاهدون فيـه موضع الماء في كلا الوعائين. وفي نهـاية تلك المرحلة، فإنهم يسـتطيعـون -ربما بالمحـاولة والخطأ- ترتيب الرسـومات قـبل قطع كل منهـا إلى قسمين.

فيمـا بين السابعة والثامنة يتمكن الأطـفال من ترتيب الرسومات قبل تقطيـعها بسرعـة (تسلسل فردي)، إلا أنهم -خصوصـًا في البدايات- يكونون غيـر قادرين على الربط بين تسلسلين (أي بعد قطع كل رسم إلى قـسمين). ومع نهاية المرحلة فإنهم يستطيعـون عن طريق المحاولة والخطأ إعادة تركيب الرسومات بعـد تقطيعها وترتيبها.

عند سن التاسـعة تقريبًا، فـإن الطفل يستطيع التـعامل بثقة وبسـرعة مع فكرة التابع أو التسلسل وذلك بشكل ينم عن فهم للتتابع والأمد فهمًا إجرائيًّا يمكنه من التنسيق بين حركتين.

الأمد: Duration

في هذا الجزء، فإننا نحـاول أن نتعرف على ما إذا كان الطفل مدركـًا أن الفترة الزمنية التي يستغرقها الماء -عند فتح المحبس- في الوعاء العلوي للانتقال من نقطة ما إلى النقطة الأدنى هي نفسها الفترة الزمنية التي يستغرقها الماء في الوعاء السفلي للانتقال من نقطة إلى النقطة الأعلى أم لا.

إننا هنا، إذن، مـعنيون بـفكرة الأمد أو المدة الزمنيـة وليس بقـدرة الطفل على سلسلة الأحداث كما كان الحال في الجزء السابق.

الأداة المستخدمة في المهمة السابقة هي نفسها الأداة المستخدمة في المهمة الحالية، لكن الاختـلاف يكون في طبيعة المهـمة والإجراءات المتخذة والسـؤال الذي يوجه للطفل. كيف؟

إننا هنا نطلب من الطفل أن يراقب قطرات الماء وهي تتـساقط من الإناء العلوي إلى الإناء السفلي بعد فـتح المحبس. ولكن قبل فتح المحبس نجعله يحـدد مستوى

سطح الماء في الوعاء العلوي، ومستوى سطح الماء في الوعاء السفلي إن كان به ماء أو قاعدة الوعاء إن لم يكن به ماء.

الطفل يعرف، إذن، مستوى سطح الماء في الوعاءين. عندئذ نفتح المحبس لكي نسمح لقطرات الماء أن تتساقط من الوعاء العلوي إلى الوعاء السفلي. من الطبيعي أنه في هذه الحالة يقل مستوى الماء في الوعاء العلوي بينما يرتفع في الوعاء السفلي. عندما نقوم بإغلاق المحبس فإن مستوى الماء في الوعاء العلوي يكون قد هبط وليكن من النقطة ١ إلى النقطة ٢، وفي نفس الوقت يكون قد ارتفع في الوعاء السفلي وليكن من النقطة ٣ إلى النقطة ٤. بالطبع، فإن الفترة الزمنية التي استغرقها الماء في الارتفاع من النقطة ٣ إلى النقطة ٤ في الوعاء السفلي تكون هي نفسها الفترة الزمنية التي استغرقها الماء في الهبوط من النقطة ١ إلى النقطة ٢ في الوعاء العلوي. السؤال الآن: هل يدرك الطفل أن الفترتين الزمنيتين متساويتان؟ أم إنه يتصور أنها تختلف في الإناء السفلي عنها في العلوي؟ بمعنى آخر هل يستطيع الطفل أن يحتفظ بـ «الأمد»؟ أم إنه ينخدع بالتغيير الظاهري المتمثل في تساقط القطرات على نحو يبدو سريعًا من الإناء العلوي إلى الإناء السفلي؟

ما الذي تقوله لنا النتائج؟

١- الأطفال فيما بين السادسة والسابعة تقريبًا يتصورون أن الزمن المستغرق ليس واحدًا، فهم يرون أن الوقت المستغرق في التساقط من ١ إلى ٢ يكون أطول من الوقت المستغرق في الارتفاع من ٣ إلى ٤. لماذا؟ إنهم يفسرون ذلك بأن الوعاء العلوي أكبر من الوعاء السفلي، لذا فإنه يحتوي على ماء أكثر. إن ذلك يعني أن المدركات الحسية لهؤلاء الأطفال هي المهيمنة على طريقة تعاملهم مع الموقف وتشكل الأساس الذي تستند إليه استجاباتهم.

٢- في المرحلة الثانية، من سن السابعة إلى التاسعة يستمر الأطفال في الاعتماد على انطباعاتهم الحدسية فيما يقدمونه من إجابات وتفسيرات. فهم يتصورون أنه عندما يكون الشيء مسرعًا فإن الزمن المستغرق يكون أقل. يقول أحد

الأطفال: عندما أعدو متجهًا إلى منزلي فإنني أصل في وقت أقل مما لو كنت أسير سيرًا عاديًا. وبناء عليه، فإنه نظرًا لأن الماء يبدو متساقطًا على نحو مسرع من الإناء العلوي إلى السفلي فإن الأطفال يتصورون أنه يستغرق وقتًا أقل في الهبوط من ١ إلى ٢ في الوعاء العلوي ووقتًا أطول في الارتفاع من ٣ إلى ٤ في الوعاء السفلي، وذلك على الرغم من أن الماء ينساب بين الإناءين، ويتوقف عن الانسياب في توقيت واحد، ولكنهم لم يستطيعوا الاحتفاظ بـ «الأمد».

٣- في المرحلة الثالثة، عند سن التاسعة تقريبًا وما بعدها، فإن الطفل يكون قادرًا على الاحتفاظ بـ «الأمد» ومن ثم تقديم الإجابة الصحيحة والتفسير الصحيح.

الزمن الفيزيقي (المادي): Physical Time

عندما نتحدث عن الزمن المادي أو الفيزيقي فإننا نحاول استقصاء قدرات الطفل على وضع حركات ذات سرعات مختلفة في إطار زماني -مكاني معين.

والمهمة المستخدمة هنا تتضمن وضع دميتين على خط بداية واحد، إحدى الدميتين وثباتها أكبر من وثبات الأخرى، وبالتالي فإن سرعتها تكون أسرع من الثانية عندما تنطلقان في توقيت واحد وتتوقفان في توقيت واحد. في هذه الحالة تكون الدمية الأولى (الأسرع) قد قطعت مسافة أطول من تلك التي قطعتها الثانية، ومن ثم تكون سرعتها أكبر من سرعة الثانية.

تتطلب المهمة أن يقوم المجرب بإطلاق الدميتين في لحظة واحدة وبعد برهة قصيرة من الوقت يوقفهما في لحظة واحدة. هنا تكون الدمية الأولى (الأسرع) قد قطعت مسافة أكبر من تلك التي قطعتها الثانية. عندئذ يقوم المجرب بالاستفسار من الطفل عن ما إذا كانت الدميتان قد بدأتا الحركة في نفس الوقت وتوقفتا عن الحركة في نفس الوقت، وذلك بهدف تقصي مدى فهم الطفل لفكرة التعاقب Succession.

تشير النتائج إلى أن الأطفال فيما بين الخامسة والسابعة يتصورون أن الدميتين لم تتوقفا عن الحركة في توقيت واحد. لماذا؟ لأن إحدى الدميتين استغرقت وقتًا أطول لأنها قطعت مسافة أكبر! وهكذا فإنهم يخلطون بين الزمن والمكان أو الحيز

ربما لا يتصور بعض هؤلاء الأطفــال أن الدميتين قد بدأتا الحركــة في توقيت واحد أيضًا.

أطفال آخــرون في نفس السن تقــريبًا يكون تفكيــرهم أفضل نســبيًّا من تفــكير أقرانهم، ذلك أنهم يقولون: إن الدمــيتين قد بدأتا الحركــة في توقيت واحد. ومع ذلك فإنهم يتصورون أن إحدى الدميتين قد استغرقت وقتًا أطول لأنها تحركت ببطء (أو بسرعة). إنهم لا يتصورون أن المدة الزمنية كانت واحدة بالنسبة للدميتين. على أية حال، فإنه مع اقتــراب هؤلاء الأطفال من سن السابعة فإنهم يكتــشفون الإجابة الصحيحة إما عن طريق المحاولة والخطأ وإما عن طريق الأسئلة المتكررة.

وفيما بيــن السابعة والتاسعة، فــإن الأطفال يقدمون إجابات فورية وصــحيحة للأسئلة الخاصة بالتعاقب والأمد. فهم يستطيعون إدراك أن الزمن يتناسب عكسيًّا مع السرعة عند ثبــوت المسافة. على أية حال، فإن دراسات أخــرى قد أوضحت أنه لن يدرك الأطفال تلك العلاقة على نحو صحــيح قبل الحادية عشرة أو الثانية عشرة.

التعدي (الخاصية التحويلية للعلاقات): Transitivity

كمــا سبق أن أوضحنا في مــواضع عدة من هذا الدليل أن فكرة التعــدي تستند إلى واحدة من المعادلات التالية:

إذا كانت أ = ب.   ب = جـ.   إذن أ = جـ.

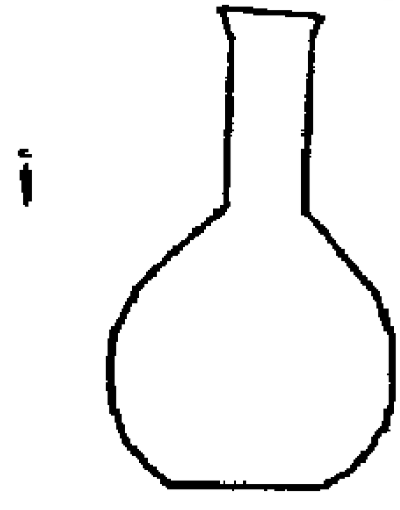
أو إذا كانت أ > ب.   ب > جـ.   إذن أ > جـ.

أو إذا كانت أ < ب .   ب < جـ.   إذن أ < جـ.

وقد وجدنا أن هناك مفاهيم وعمليات لا يستطيع الطفل إدراكها ما لم تكن لديه القدرة على استــيعاب الخاصية التــحويلية للعلاقات. ويصدق هذا خــصوصًا على قياسات البعد الواحد وقياسات البعدين، كما سبق أن أوضحنا في حينه.

فهل لهذه العــلاقة مكان في التعامل مع المفاهيم الخاصــة بالزمن؟ لتقصي ذلك

الأمر يحضر المجرب ثلاث قنينات أو أوانٍ ذات أشكال مختلفة ولكن أحجامها واحدة.

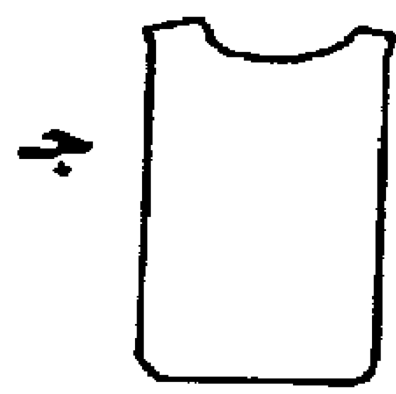


يوضح المجرب للطفل أننا قد وضعنا الوعاء أ تحت صنبور المياه وحسبنا الزمن الذي ينقضي حتى يمتلئ الوعاء بالماء.

ثم أخذنا الوعاء ب ووضعناه تحت نفس الصنبور وحسبنا الزمن اللازم لتعبئته فوجدناه مساويًا للزمن اللازم لتعبئة الوعاء أ.



بعد ذلك أخذنا الوعاء جـ ووضعنه تحت نفس الصنبور فوجدنا أن الزمن اللازم لتعبئته هو نفس الزمن الذي استغرقته عملية تعبئة الوعاء ب.



نسأل الطفل: هل يعني ذلك أن الزمن الذي استغرقته عملية ملء الوعاء جـ بالماء هو نفسه الزمن الذي استغرقته عملية ملء الوعاء أ؟

العلاقة التحويلية هنا هي:

زمن تعبئة أ = زمن تعبئة ب.

زمن تعبئة ب = زمن تعبئة جـ.

إذن، من المنطقي أن يكون زمن تعبئة جـ هو نفسه زمن تعبئة أ.

أوضحت النتائج أنه ليس قبل سن الثامنة حتى يدرك الطفل مثل هذه العلاقات المنطقية للتعدي أو التحويلية، وذلك لحل المشكلة على نحو صحيح.

الاحتفاظ بالزمن: Conservation of Time

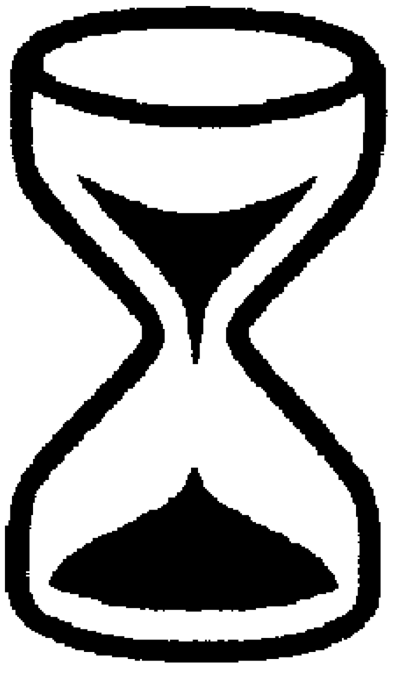
هل يمكن أن نقوم بإحداث تغييرات ظاهرية في موقف مما يجعل الأطفال يتصورون أن الزمن يمكن أن يتغير؟ للإجابة على هذا التساؤل فإننا نود أن نشير إلى أن المقصود بـ «الاحتفاظ بالزمن» هو إدراك الطفل أن الفترة الزمنية التي استغرقها حدث ما تبقى كما هي دون تغيير حتى لو حدث تغيير ظاهري في الموقف.

فقد لاحظ بياجيه أن الأطفال في سني ما قبل التاسعة تقريبًا يعتقدون أن سرعة أو حركة ساعة اليد تتغير إذا ما حدث تغيير في الحركة المطلوب حساب زمنها، بمعنى أن حركة الساعة يمكن أن تصبح أسرع أو أبطأ إذا ما أسرعت أو تباطأت الحركة المطلوب حساب زمنها. ومن ثم فإنهم غير قادرين على الاحتفاظ بالزمن. لذا فإن المسلمة الأساسية التي تستند إليها أية عملية لقياس الزمن هي وجود حركات تأخذ نفس الفترة الزمنية حتى تتكرر تحت نفس الشروط. وهذا هو ما يطلق عليه بياجيه «تساوي أو ديمومة الزمن».

بناء عليه، فإن تقصي فكرة «الاحتفاظ بالزمن» لدى الأطفال تقتضي دراسة ثلاثة أفكار هي: تساوي الزمن -التزامن- تشييد وحدات الزمن.

أ- تساوي (ديمومة) الزمن: Isochronism

هل يعتقد الأطفال أن الزمن يسير على وتيرة واحدة في كل الأحوال؟ أما إنه يمكن الإسراع به لو أدينا نحن ما نؤديه من حركات على نحو أسرع؟ أو يمكن إبطائه لو أدينا نحن بعض الحركات ببطء؟ بمعنى آخر: هل الزمن يتأثر بسرعتنا نحن في أداء حركات معينة؟ أم إنه يعمل بشكل مستقل عن ما نؤديه نحن من حركات؟ الإجابة على مثل هذه التساؤلات تمثل جوهر فكرة «الاحتفاظ بالزمن» لماذا؟ لأن الأطفال، قبل بلوغ مستوى التفكير العملياتي، يكونون غير قادرين على الاحتفاظ بسرعة ساعة اليد، حيث يتصورون أن حركة العقارب يمكن أن تسرع أو تبطئ إذا ما حدث تغير (إسراع أو إبطاء) في الحركة الأخرى المطلوب حساب زمن حدوثها. أي إن هؤلاء الأطفال غير قادرين على استيعاب فكرة «تساوي الزمن»، أي إن الزمن يبقى كما هو تحت نفس الشروط مهما حدث من تغيير في الحركات المطلوب حساب زمنها.


ساعة رملية

المهمة المستخدمة لتقصي مدى فهم الأطفال لفكرة «تساوي الزمن» تتمثل ببساطة في إحضار ساعة رملية (كالمبينة في الشكل الجانبي) يوجد في الجزء العلوي منها ثلاثة تداريج (علامات) كل منها له لون مميز، أما الجزء السفلي فتتم تغطيته بحيث لا يظهر. في حالة عدم

توفر ساعة رملية، يمكن الاستعاضة عن ذلك بوعاءين متماثلين أحدهما منكس على الآخر وبه ماء وعليه تداريج على مسافات متساوية ويفصل بين الوعاءين محبس يسمح بمرور الماء إلى الوعاء السفلي الذي تتم تغطيته.

تبدأ المهمة بأن يطلب المجرب من الطفل أن يقوم بحساب الفترة الزمنية التي يستغرقها الرمل للهبوط من نقطة إلى التي تليها في الوعاء العلوي. كيف يقوم الطفل بحساب الفترة الزمنية؟ يوضح له المجرب أنه بمجرد السماح للرمل بالهبوط فما عليه (أي الطفل) إلا أن يقوم بنقل خرزات من وعاء موجود أمامه إلى وعاء آخر فارغ وذلك بإيقاع معين. عندما يصل الرمل إلى النقطة الأسفل في الوعاء العلوي يطلب المجرب من الطفل التوقف عن نقل الخرزات.

تتم إعادة الخطوات مرة ثانية، ولكن يطلب من الطفل أن يسرع في نقل الخرزات من الوعاء الذي أمامه إلى الوعاء الفارغ وذلك أثناء هبوط الرمل من نقطة إلى النقطة التي تليها (نفس ما حدث في المرة الأولى) في الوعاء العلوي.

عندئذ يقوم المجرب بسؤال الطفل: هل الفترة الزمنية التي استغرقها الرمل في الهبوط من تدريج إلى التدريج التالي (في الوعاء العلوي) في المرة الثانية هي نفسها الفترة الزمنية التي استغرقها في المرة الأولى؟ أم أقل؟ أو أكثر.

ما هو التغيير الظاهري الحادث هنا؟ قيام الطفل بنقل الخرزات في المرة الثانية بمعدل أكبر من معدله في المرة الأولى. لكن: هل لذلك علاقة بالفترة الزمنية التي استغرقها الرمل في الهبوط من تدريج إلى الذي يليه في المرتين؟ بالطبع لا، لكن الطفل الذي لم يبلغ مستوى التفكير العملياتي يتصور أن هناك علاقة بين الاثنين.

فيما بين الخامسة والسابعة تقريبًا، فإن الطفل يتصور أن الرمل يجري بسرعة أكبر عندما يسرع الطفل في عملية نقل الخرزات من وعاء إلى آخر. إن مدركاته الحسية هي المهيمنة في تعامله مع الموقف.

وفيما بين السابعة والتاسعة تقريبًا، فإن الطفل يدرك أن سرعة الرمل لا علاقة لها بسرعة حركاته الخاصة. أي أن هذا الطفل قد بلغ مستوى الفهم الإجرائي لفكرة «تساوي الزمن» مهما حدث من تغيير في حركاتنا الخاصة.

ب- التزامن (التواقت): **Synchronism**

هل ينخدع الطفل إذا ما قمنا بحساب فترة زمنيـة ما (واحدة) باستخدام ساعات من أنواع مختلفة؟ ذلك هو جوهر فكرة التزامن، أي حساب فـترة زمنية استغرقها عمل ما باستخدام أنواع مختلفة من الساعات.

المهمـة المستـخدمـة هنا تتمـثل في أن يطلب المجرب من الطفل أن يقـوم بنقل خرزات بالتتابع وبإيقاع معين من إناءٍ ما إلى إناء فارغ، وذلك مع بدء تشغيل ساعة إيقاف. وبعد ٣٠ ثانية يتم إيقاف السّاعة ويتوقف الطفل عن نقل الخرزات.

بعد ذلك يتم تكرار التـجربة ولكن باستـخدام الساعة الرمليـة. ومع بدء هبوط الرمل يبدأ الطفل في نقل الخرزات من الوعاء الذي أمـامه إلى الوعاء الفارغ وذلك بنفس الإيقاع. وبعد ٣٠ ثـانية يتم إيقاف الساعة الرمليـة ويتوقف الطفل عن نقل الخرزات.

الفـترة الزمنـية واحـدة، وإيقـاع الطفل واحد في الحـالتين، بينمـا السـاعتـان مختلفتان. فهل يتصور الطفل أن الفتـرة الزمنية كانت مختلفة في الحالتين؟ أم أنها هي نفسها لم تتغير؟

يقوم المجرب بسؤال الطفل: هل الفترة الزمنية التي اسـتغرقتها في نقل الخرزات في المرة الثانية (التي استخدمت فيها السـاعة الرملية) هي نفسها الفترة الزمنية التي استغرقتها في نقل الخرزات في المرة الأولى (التي استخدمت فيها ساعة الإيقاف)؟

أوضحت النتائج أن الأطفال فـيما قبل التاسعة يفتقـرون إلى فهم فكرة التعدي (التحويلية) اللازمة لإدراك أن الساعة الرملية وسـاعة الإيقاف قد قاسا نفس الفترة الزمنية (المستـغرقة في نقل الخرزات في الحالتين). فهم يتـصورون أن العمل الذي يستغرق ثلاثين ثانية عندما تم قياسه باستـخدام ساعة الإيقاف يستغرق وقتًا أطـول أو أقل عند قياسه بالساعة الرملية.

إن معنى ذلك أن الطفل لا يـزال غير قادر على إدراك فـكرة تساوي الزمن عند قياسه باستخدام ساعتين مختلفتين. إنه بذلك غير محتفظ بالزمن. ومن المتوقع أن يبلغ الطفل المستوى العقلي الذي يمكنه من الاحتفاظ بالزمن بعد التاسعة.

ج- تشييد وحدات الزمن: Construction of Time units:

اتضح لنا من خلال ما عرضناه في الصفحات السابقة أن الاستيعاب المفاهيمي لفكرتي تساوى الزمن والتزامن (التواقت) يعد شرطًا أساسيًا لاستيعاب مفهوم الزمن، وذلك بالإضافة إلى فكرتي التتابع والأمد. شرط آخر لفهم فكرة الزمن يتصل بقدرة الطفل على تقسيم الأمد أو الفترة الزمنية إلى عدد من الوحدات التي إذا ما كررت عددًا من المرات فإنها بذلك تعبر عن فترة زمنية ما. إنها عودة إلى مفهوم القياس كعملية عقلية منطقية.

لاستقصاء مدى فهم الأطفال لفكرة تشييد وحدات الزمن، فإننا في حاجة إلى بندول يمكن تغيير سرعته (أو لأكثر من بندول سرعاتهم مختلفة)، وساعة إيقاف. يطلب المجرب من الطفل أن يقوم بالعد حتى ١٥ وذلك في اتساق وتناغم مع حركة بندول في الوقت الذي يقوم فيه الطفل بالنظر إلى ساعة إيقاف تقوم بتسجيل ١٥ ثانية في نفس الزمن. أي أن البندول يقوم بعمل حركة كل ثانية، وبالتالي فإن الطفل يقوم بالعد حتى ١٥ خلال ١٥ ثانية.

عندئذ، تتم تغطية ساعة الإيقاف بعد إعادتها إلى نقطة الصفر، ويتم ضبط البندول لتكون حركته أسرع. يطلب المجرب من الطفل أن يبدأ في العد متناغمًا مع حركات البندول وفي نفس الوقت يتم تشغيل ساعة الإيقاف وهي مغطاة. وعندما يصل الطفل في العد إلى ١٥ يتوقف وتوقف ساعة الإيقاف. هنا يطلب المجرب من الطفل أن يتنبأ بالمدى الذي وصلت إليه ساعة الإيقاف خلال هذه الفترة. هل هي النقطة التي كانت قد وصلت إليها من قبل (١٥)؟ أم أقل؟ أم أكثر؟

توضح النتائج أن الأطفال فيما قبل التاسعة تقريبًا يكونون غير قادرين على إحداث تزامن بين أمد (مدة) الحركة التي يقومون بها (العد حتى ١٥) وبين حركة الساعة. فهم يتصورون أن ساعة الإيقاف قد قطعت زمنًا أطول عندما أسرعوا هم بالعد (٢٠ أو ٣٠ ثانية مثلاً). وفيما بعد ذلك، فإنهم يكونوا قد استوعبوا فكرة أن الإسراع بالعد لا علاقة له بحركة الساعة.

تلك هي الأفكار الأساسية (تساوي الزمن -التزامن- تشييد الوحدات الزمنية) اللازمة لتحقيق الاستيعاب المفاهيمي لمفهوم الزمن. وهذا يتطلب منا كآباء وكمربين أن نحاول تقصي تصورات الأطفال عن الزمن، ليس فقط كممارسة روتينية وإنما أيضًا كمخطط عقلي وظيفي. كما أن ذلك يتطلب منا أيضًا توفير ألوان مناسبة من النشاط والخبرات التي تمكن الأطفال من اكتساب مفهوم الزمن بشكل إجرائي.

وبالإضافة إلى ذلك، فإننا في حاجة إلى تقصي مدى فهم الطفل لعلاقة الزمن بمفاهيم أخرى هي السرعة والمسافة. وهذا ما نتناوله في السطور التالية.

السرعة الكمية: Quantitative Speed

السرعة المنتظمة كما نعرف هي معدل المسافة التي يتحركها جسم ما في الثانية الواحدة. إن ذلك يعني أن فهم السرعة بشكل كمي يتطلب فهمًا للزمن والحركة. أيضًا، فإن فهم السرعة يتطلب فهمًا لفكرة التناسبات (الطردية والعكسية). ولنفترض أن لدينا نظامين (جسمين) متحركين، فإن هذين الجسمين قد يقطعان:

١- مسافات متساوية في أزمنة متساوية.

٢- مسافات متساوية في أزمنة غير متساوية.

٣- مسافات غير متساوية في أزمنة متساوية.

٤-- مسافات غير متساوية في أزمنة غير متساوية.

تلك هي الاحتمالات الأربعة التي يمكن أن نواجهها عند مقارنة سرعتي جسمين، وهنا نتساءل: أي الجسمين أسرع في كل حالة من الحالات الأربع؟

أولاً: بالنسبة للحالة الأولى:

لا توجد فيها أية إشكالية. ذلك أنه إذا أطلقنا جسمين من نقطتين متجاورتين فوصلنا إلى نقطة نهاية معينة (المسافة واحدة) في توقيت واحد (الزمن واحد)، فإن سرعتهما تكون واحدة.

نقطتا البداية: أ، ب — نقطتا النهاية: جـ، د

وكمـا هو موضح في الرسم، فـإن العربتين تـنطلقان في وقت واحد من نـقطتين متـجاورتين أ،ب وتقطعـان مسـافة واحدة لتـصلان في لحظة واحـدة إلى نقطتي النهاية جـ، د. الجسمان سرعتهما واحدة، إذن، لا إشكالية في ذلك.

ثانيًا: بالنسبة للحالة الثانية:

عندمـا تكون المسافـات متسـاوية والأزمنة غـير متساوية. لنفتـرض أن المسارين أ جـ، ب د طولهما واحدًا (١٠٠ مـتر مـثلاً) وأن إحـدى العربتـين قد قطعت المسافة في ٢٠ ثانية، بينمـا الثانية قد قطعت نفس المسافة في ١٠ ثوانٍ، فهل تكون سرعتهما واحدة؟

١ أ جـ
٢ ب د

إننا هنا (عودة إلى لغـة المتغيـرات: انظر الفصل الثالث) نتـعامل مع متغـيرين مسـتقلين (المسافـة والزمن) نريد أن ندرس تأثير كل منهمـا على متغـير تابع (هو السرعة)، ولتـحقيق ذلك ينبغي تثبيت أحـد المتغيرين، وهو ما حدث فـعلاً حيث المسافة ثابتة، وتغيير المتغير الآخـر وهو ما حدث فعلاً؛ إذ إن الزمن الذي استغرقته إحدى العربتين ضعف الزمن الذي استغرقته العربة الأخرى.

من البـديهي أن ندرك ككبار أن العـربة الثانيـة هي الأسرع لأنهـا قطعت نفس المسافة في زمن أقل (النصف) من الزمن الذي استغرقته العربة الأولى.

وهنا نقول: **إن السرعة تتناسب تنـاسبًا عكسيًّا مع الزمن عند ثبـوت المسافة**، بمعنى أنه كلما نقص الزمن زادت السرعة، وكلما زاد الزمن قلت السرعة.

وبالتعبير الكمي، فإن السرعة = $\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$

ومن ثم، فإن سرعة العربة الأولى = $\frac{١٠٠}{٢٠}$ = ٥ م/ث.

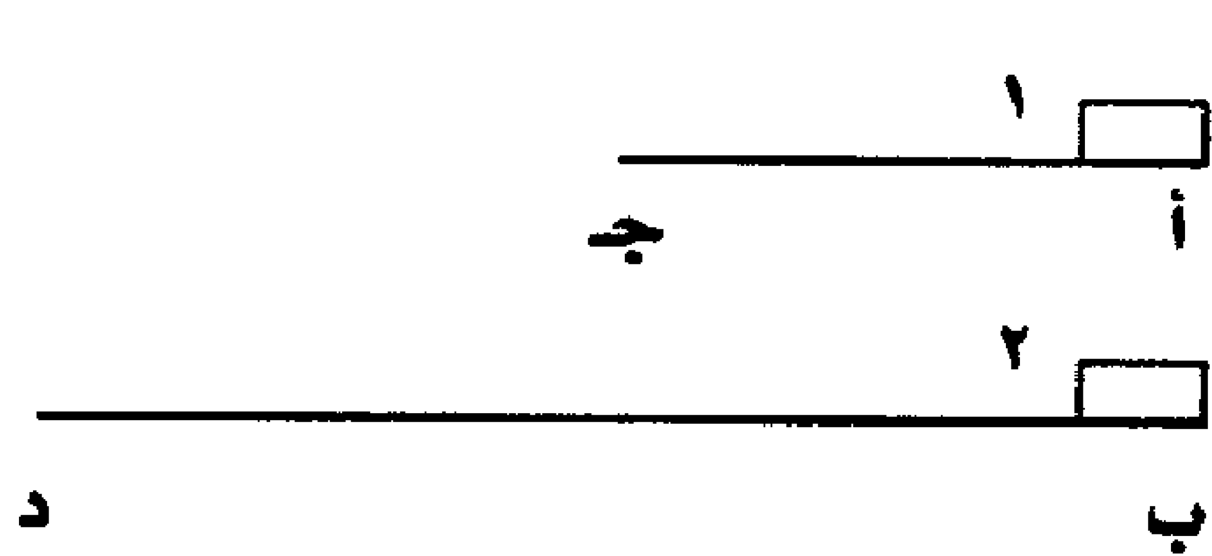
وسرعة العربة الثانية = $\frac{١٠٠}{١٠}$ = ١٠ م/ث.

لاحظ هنا أنه مع نقصان الزمن وثبوت المسافة فإن السرعة تزداد، ومع زيادة الزمن وثبوت المسافة فإن السرعة تقل. ذلك هو التفكير المنظم باستخدام المتغيرات والذي أكدنا في الفصل الثالث على ضرورة الاهتمام به في تعليم العلوم والرياضيات في المدارس.

بطبيعة الحال، فإنه عند تقديم المهمة للأطفال فإنه لا يطلب منهم التعامل مع السرعة بشكل كمي، وإنما يكتفي بإطلاق عربتين على مسارين متساويين في الطول في توقيت واحد من نقطتي البداية المتجاوزتين بحيث تصل إحداهما إلى نقطة النهاية الخاصة بها قبل الأخرى. ومن ثم فإن المجرب يسأل الطفل: هل العربتان سرعتهما واحدة؟ أم إن إحداها أسرع من الأخرى؟ ما هي؟

ثالثًا: بالنسبة للحالة الثالثة:

عندما تكون المسافات غير متساوية والأزمنة متساوية عندما تتحرك العربتان من نقطتين متجاورتين وتقطع الثانية مسافة (ب د) ضعف المسافة التي تقطعها الأولى (أ جـ) في نفس الزمن، فمن البديهي أن العربة التي قطعت مسافة أطول من الأخرى، مع ثبوت الزمن، تكون هي الأسرع.



وباستخدام لغة المتغيرات والتكمية، فإننا هنا ندرس تأثير المسافة (متغير مستقل) على السرعة (متغير تابع) عند ثبوت الزمن..

ولنفترض أن المسافة أ جـ = ٥٠ مترًا، ب د = ١٠٠م.

وأن الزمن الذي استغرقته كلتا العربتين (الوصول إلى جـ، د) كان واحدًا ويساوي ١٠ ثوانٍ.

إذن سرعة العربة (١) = $\frac{٥٠}{١٠}$ = ٥ م/ث.

وسرعة العربة (٢) = $\frac{١٠٠}{١٠}$ = ١٠ م/ث.

ما الذي نستنتجه من ذلك؟

نستنتج أنه في حالة ثبوت الزمن فإن العربة التي تقطع مسافة أطول تكون سرعتها أكبر.

بمعنى آخر، **فإن السرعة تتناسب تناسبًا طرديًا مع المسافة عند ثبوت الزمن.**

رابعًا: بالنسبة للحالة الرابعة:

عندما تكون المسافات غير متساوية والأزمنة غير متساوية أيضًا.

هذه الحالة هي الأكثر تعقيدًا. ففي الحالة الأولى كان الأمر بسيطًا. وفي الحالتين الثانية والثالثة كان لدينا متغيرين مستقلين (المسافة والزمن) يتم تثبيت أثر أحدهما وتغيير قيم الآخر لمعرفة أثر هذا التغيير على السرعة. الأمر في هذه الحالة، وإن كان أكثر تعقيدًا من الحالة الأولى إلا أنه واضح ويمكن التعامل معه بغير مشقة.

أما بالنسبة للحالة الرابعة فالأمر فيها أكثر تعقيدًا ذلك أن قيم كل من المتغيرين المستقلين (المسافة والزمن) تتغيران في توقيت واحد. مطلوب من الطفل هنا أن يقوم بالتنسيق بين التناسبات الطردية (الخاصة بالمسافات) والتناسبات العكسية (الخاصة بالأزمنة) في توقيت واحد.

فعلى سبيل المثال، لو أن عربة ما قطعت مسافة مائة متر في ٢٠ ثانية وعربة أخرى قطعت مسافة ٢١٠ مترًا في ٣٠ ثانية، فأيهما أسرع؟ الموقف هنا يتمثل في أن العربة الأولى قطعت مسافة أقل في زمن أقل، وأن العربة الثانية قطعت مسافة أطول في زمن أكبر. فكيف يتم التنسيق بين المسافة والزمن في الحالتين لمعرفة أيهما أسرع.

بطبيعة الحال فإن المعادلة الكمية السرعة = $\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$

تبين لنا أن سرعة العربية الأولى = $\frac{١٠٠}{٢٠}$ = ٥ متر/ث.

وأن سرعة العربة الثانية = $\frac{٢١٠}{٣٠}$ = ٧ متر/ث.

ومن ثم، فإن العربة الثانية أسرع من العربة الأولى.

المشكلة هنا تكمن في أن الطفل قد لا يكون بلغ المستوى العقلي أو التعليمي الذي يمكنه من معرفة هذه المعادلة وكيفية تطبيقها. ولكن من المفترض أن تكون خبراته الحياتية قد مكنته من استيعاب العلاقة المتبادلة بين السرعة والمسافة والزمن. هذا صحيح ولكنه يتوقف على درجة تعقيد الموقف. وبالنسبة للحالة الرابعة، فإن بياجيه يرى أنه لن يستطيع الطفل قبل العاشرة أو الحادية عشرة حل مشكلة المقارنة بين سرعات الأجسام عندما تتغير المسافة وتتغير الزمن في نفس الوقت.

وفي هذا الصدد فإن رونالد جود (Good, 1977,pp.96-98) يشير إلى أن واحدًا من الأخطاء الكبيرة التي تحدث في تدريس العلوم والرياضيات هو أننا نعلم تلاميذنا الوصول إلى حلول صحيحة للتدريبات العددية التي نقدمها لهم دون أن تكون لديهم الخلفية المعرفية المفاهمية اللازمة للتعامل مع الموقف.

وقبل أن ننهي هذا الجزء نود فقط أن نشير إلى مهمة بسيطة يمكن استخدامها لتقصي مدى فهم الطفل للعلاقة بين السرعة والمسافة والزمن بصورة كمية مبسطة. يعرض المجرب على الطفل خطين متوازيين مرسومين على ورقة تقف على نقطة البداية لكل منهما عربة ١، ٢. يتم تحريك العربة (١) على امتداد الخط، وكذلك العربة (٢) على الخط الثاني.

١ أ ج

٢ ب د

يقوم القائم بالمهمة بإبلاغ الطفل أن العربة (١) تقطع المسافة ١٠٠ متر في اليوم، وأن العربة (٢) تقطع نصف هذه المسافة في اليوم.

عندئذ يقوم القائم بالمهمة بتقديم سؤالين للطفل:

كم تبلغ المسافة التي تقطعها العربة (١) في سبعة أيام؟

ما عدد الأيام التي تحتاجها العربة (٢) لكي تلحق بالعربة (١)؟

وقد أوضحت النتائج أن حوالي ٥٠٪ من الأطفال في سن العاشرة يمكنهم تقديم إجابات صحيحة عن هذين السؤالين مع إعطاء أسباب منطقية. وهذا ما

يعني أن إدراك الأطفال للعلاقة المتبادلة بين المسافة والزمن والسرعة يتأخر إلى سنٍ العاشرة أو الحادية عشرة.

الخلاصة:

متى يمكن القول بأن الطفل قد استوعب بشكل إجرائي مفاهيم الزمن؟

١- عندما يستطيع سَلْسَلَة الأحداث بشكل منطقيٍّ مرتب. وهذا ما يحدث عادة حول سن التاسعة.

٢- عندما يدرك مفاهيمياً فكرة الأمد، أي أن الفترة الزمنية التي تستغرقها قطرات الماء للهبوط من تدريج إلى التدريج الذي يليه في وعاء علوي هي نفسها الفترة الزمنية التي تأخذها قطرات الماء للارتفاع من تدريج إلى الذي يليه في الوعاء السفلي.

٣- عندما يصبح قادراً على التعامل مع مشكلات تتصل بالزمن المادي أو الواقعي.

٤- عندما يتمكن من تطبيق العلاقات الخاصة بالتحويلية (التعدي) على مشكلات تتصل بحساب الفترات الزمنية.

٥- عندما يدرك أن فترات زمنية معينة تبقى كما هي دون تغيير حتى لو حدث تغيير ظاهري يتمثل في ممارسة حركات بسرعات مختلفة (تساوي الزمن).

٦- عندما يدرك أن فترة زمنية معينة تبقى كما هي دون تغيير لو تم قياسها باستخدام ساعات مختلفة (التزامن أو التواقت).

٧- عندما يستطيع تجزئة الزمن إلى وحدات فرعية مناسبة يشكل مجموعها الفترة الزمنية التي استغرقها حدث ما (تشييد وحدات الزمن).

٨- عندما يدرك مفاهيمياً العلاقة المتبادلة بين المسافة والزمن والسرعة.

***

الفصل التاسع

الصورة العقلية في مرحلة العمليات الحسية

مقدمة:

على امتداد صفحات الدليل وحتى الآن قدمنا عرضًا توضيحيًّا للكيفية التي تكون عليها الحياة العقلية للطفل في مرحلة العمليات الحسية. وعلى وجه أكثر تحديدًا فإننا قد قدمنا إطارًا مفاهيميًّا اتضح من خلاله أهم المخططات العقلية التي تتشكل من خلالها الكيفية التي يتعامل بها الطفل مع مواقف مختلفة. لقد عرضنا أهم القابليات العلمية والرياضية التي تتطور لدى الطفل خلال هذه المرحلة. قدمنا توضيحًا للمهمَّات التى يمكن استخدامها لتعرف مدى توافر هذه المفاهيم لدى الطفل، وعرضنا كيفية توظيف مثل هذه المهام لتكون بمثابة خبرات وأنشطة يمكن أن يتفاعل معها الطفل فيزيقيًّا بالشكل الذي يسهم في تطوير قابلياته العلمية والرياضية.

وفي السطور التالية نقدم ملخصًا للمؤشرات والأدلة التى إذا توافرت كان ذلك بمثابة بينة على بلوغ الطفل مستوى التفكير العملياتي الحسي وإذا غابت، أو غاب بعضها كان ذلك بمثابة تنبيه لنا بأن نبذل مزيدًا من الجهد المنظم الذي يمكن الطفل من بلوغ هذا المستوى في توقيت غير متأخر.

مؤشرات بلوغ الطفل مستوى التفكير العملياتي الحسي:

أولاً: مؤشرات عامة:

١- تخلِّي الطفل عن التفكير الأنوي المتمركز حول ذاته.

٢- وعي الطفل بعمليات التفكير الخاصة به وقيامه بفحص أفكاره ودوافعه ومشاعره ووضوح تفكيره.

٣- تخلِّي الطفل عن التفكير التحولي غير المترابط (الانتقال من الخاص إلى الخاص) واتجاهه نحو ممارسة التفكير الاستقرائي (الانتقال من الجزئيات إلى العموميات) والتفكير الاستنتاجي (تطبيق قاعدة عامة على موقف محدد).

٤- زيادة قدرة الطفل على تحديد معاني الكلمات والمصطلحات التي يستخدمها ووضوح تصوراته لها.

٥- زيادة قدرة الطفل على مارسة التفكير السببي Causal thinking وذلك من خلال استخدامه للروابط أو الوصلات المنطقية على نحو صحيح.

٦- تمكن الطفل من ممارسة التفكير الاحتفاظي في تلك المواقف التي يكون فيها الاحتفاظ متطلبًا أساسيًا لبلوغ الطفل مرحلة العمليات الحسية، مثل: الاحتفاظ بالمادة- الاحتفاظ بالمسافة- الاحتفاظ بالطول- الاحتفاظ بالمساحة- الاحتفاظ بالحجم الخارجي- الاحتفاظ بالحجم الداخلي- الاحتفاظ بالحجم المزاح- الاحتفاظ بالتوازي- الاحتفاظ بالزمن.

٧- تمكن الطفل من ممارسة التفكير الانعكاسي في المواقف التي تتطلب ذلك، مثل الترتيب في الاتجاه المعاكس.

٨- زيادة قدرة الطفل على استخدام الخاصية التحويلية للعلاقات (التعدي) عندما يتطلب الأمر ذلك، مثلما هو الحال مع القياسات الخاصة بالطول والمساحة والمفاهيم الخاصة بالزمن.

٩- تمكن الطفل من ممارسة القياس كعملية منطقية وليس كمجرد عملية روتينية تستخدم فيها أداة من أدوات القياس الشائعة في المجالات المختلفة.

١٠- وضوح قدرة الطفل على التخيل و/ أو التنبؤ في المواقف التي تتطلب ذلك، مثل الحالات التى يتم فيها التعامل مع مفاهيم الهندسة الإسقاطية.

١١- زيادة قدرة الطفل على تمثل المشاهد الحسية ذهنيًا، وإعادة ترجمة هذه الصورة الذهنية المتكونة إلى واقع حسي.

١٢- زيادة وعي الطفل بأهمية وجود أطر مرجعية تحدد موقعه أو موقع الأشياء في الحيز أو المكان، ومن ثم تمكنه من أن ينسق بين الإحداثيات والأوضاع المختلفة.

١٣- زيادة قدرة الطفل، إلى حد ما، على استخدام المتغيرات وعلى التفكير المنظم باستخدام المتغيرات، مع الأخذ في الحسبان أن هذه القدرة تكتمل في مرحلة العمليات الشكلية.

ثانيًا: فيما يتصل بالتصنيف:

فيما يلي بعض المؤشرات التي إذا توافرت لدى الطفل كان ذلك دليلاً على أن الطفل قد اكتسب مفهوم التصنيف بشكل إجرائي:

١- تمكن الطفل من التنسيق بين الخواص التكثيفية والخواص الشاملة لمجموعة من الأشياء.

٢- إدراك الطفل بشكل يدل على استيعاب مفاهيمي لعلاقات «كل وبعض».

٣- تقديم الطفل أدلة تشير إلى فهمه لفكرة «تضمين الفئة».

٤- وعي الطفل بأن فئة ما يمكن أن تكون خالية من أي عنصر (فئة صفرية).

٥- وعي الطفل بأن فئة ما يمكن أن تتضمن عنصرًا واحدًا (فئة فردية).

٦- تمكن الطفل من ممارسة التصنيف المضاعف الذي يتم فيه تسكين شيء معين في خانة متقاطعة بين فئتين من الأشياء، بحيث يكون لهذا الشيء خاصية من خواص الفئة الأولى وخاصية أخرى من خواص الفئة الثانية.

ثالثًا: فيما يتصل بالسلسلة والعدد:

المؤشرات التالية توضح أن الطفل قد اكتسب إجرائيًّا المفاهيم الخاصة بالسلسلة والعدد:

١- القيام بتشييد سلسلة فردية على نحو صحيح في أيٍّ من الاتجاهين.

٢- تشييد سلاسل مزدوجة يتم من خلالها ممارسة العمليات الخاصة بالتماثل التسلسلي والترتيبي على نحو صحيح.

٣- عمل تماثل بين الأعداد الترتيبية والأعداد الأصلية على نحو صحيح.

٤- ممارسة «التفكير الاحتفاظي» عند التعامل مع المواقف الخاصة بمفهوم «العدد».

٥- استخدام مفهـوم التكافؤ (سواء باستخدام فئتين إحداهمـا تضم عناصر مختلفة عن عناصر الفئة الأخرى، أو باستخدام فـئتين تشتملان على عناصر من نوعية واحدة) بشكل يعكس قدرته على استخدام التـفكير الاحتفاظي وعدم الانخداع بالتغييرات المكانية التي تحدث في عناصر إحدى الفئتين.

٦- التعامل مع الأفكار الخاصة بالعدد وفقًا لمفهوم التكافؤ الدائم.

رابعًا: فيما يتصل بالمفاهيم الخاصة بالحيز:

أ- الحيز الطوبولوجي:

الأدلة التالية توضح أن الـطفل قد اكتسب المفاهيم الطوبولوجـية التي تمكنه من اكتساب المفاهيم الإقليدية بعد ذلك:

١- إدراك العلاقات الطوبولوجية الخاصة بالتقارب والترتيب والفصل والتطويق.

٢- الاستيعاب المفاهيمي للعلاقات الخاصة بالتواصل واللانهائية.

ب- فيما يتصل بالهندسة الإقليدية:

فيمـا يلي مؤشرات توضح أن الطفل قـد تمكن من استيعـاب الأفكار الإقليدية مفاهيميًا:

١- تمثل الأشكال الإقليدية ذهنيًا. وهذا التمـثل له مؤشرين: الأول قدرته على رسم شكل إقليدي بصورة صحيحة، والثاني قدرته على تمييز شكل إقليدي سبق له التعامل معه حسيًا باللمس وذلك من بين مجموعة أخرى من الأشكال الإقليدية.

٢- الاحتفاظ بالطول والمسافة والمساحة والتوازي والزوايا.

٣- التنسيق بين المحاور الأفـقية والرأسية بشكل يدل على تمكنه من اسـتخدام الأطر المرجعية بشكل سليم.

ج- فيما يتصل بالهندسة الإسقاطية:

فيما يلي أدلة تشـير إلى أن الطفل قد اكتسب إجرائيًا المفـاهيم الخاصة بالهندسة الإسقاطية:

١- تمكن الطفل من تشييد خط مستقيم بين نقطتي بداية ونهاية، وفي وجود أطر مرجعية مختلفة بما يبرز وضوح مفهوم الاستقامة لديه.

٢- قدرة الطفل على رؤية الأشياء من منظورات مختلفة. بمعنى آخر، فإنه يكون قادرًا على تحديد الكيفية التي «يبدو» بها شيء ما إذا نظر إليه من زوايا ومنظورات مختلفة.

٣- قدرة على تخيل الكيفية التي يكون عليها شيء ذي ثلاثة أبعاد «مجسم» إذا ما تمت مشاهدته في رسم ذي بعدين.

٤- قدرة على تخيل الأشكال ثلاثية البعد إذا ما تمت تجزئتها في أوضاع مختلفة.

٥- تخيل الوضع الذي يكون عليه ظل شكل معين، إذا ما اتخذ هذا الشكل أوضاعًا مختلفة.

خامسًا: المفاهيم المتصلة بالقياسات:

أ- الأطوال والمسافات:

فيما يلي بعض المؤشرات الدالة على تطور مفاهيم الأطوال والمسافات لدى الطفل:

١- استخدام الخاصية التحويلية للعلاقات (التعدي) في المقارنة بين أطوال الأشياء.

٢- إدراك الطفل أن الخط الزجزاجي أطول من الخط المستقيم حتى لو كانت نقطتا البداية والنهاية في كل منهما متجاورة.

٣- الاحتفاظ بالمسافة بين الأشياء لو وضع بينها حاجز أو حواجز.

٤- الاحتفاظ بالطول لو حدث تغيير في وضع الأشياء ذات الأطوال المتساوية، أو لو حدث تغيير (ظاهري) في شكل الأشياء كأن يتم تجزئتها مثلاً أو جعلها تتخذ وضعًا زاويًا بدلاً من الوضع المستقيم.

٥- تمكن الطفل من قياس الطول باستخدام شريط ورقي حر أو أداة قياس، والمقارنة بين أطوال أشكال معينة باستخدام هذا الشريط أو الأداة، وذلك في ضوء مفهوم التعدي.

٦- تمكن الطفل من ممارسة التفكير الانعكاسي وذلك بقيامه بتحريك جسم لمسافة معينة (في الاتجاه المعاكس) مساوية لمسافة ثم تحريك الجسم فيها من الاتجاه الآخر.

ب- المساحات:

المؤشرات التالية توضح أن الطفل قد اكتساب إجرائيًّا المفاهيم الخاصة بالمساحة:

١- تمكن الطفل من تسكين نقطة في حيز ذي بعدين يقوم من خلالها بالتنسيق بين الإحداثي السيني والإحداثي الصادي.

٢- الاحتفاظ بالمساحة.

٣- قياس المساحة بثلاث طرق: التطابق- القياس الوحداتي- المساحة.

٤- المقارنة بين المساحات المقيسة (باستخدام الطرق الثلاث) وذلك في ضوء الخاصية التحويلية للعلاقات (التعدي).

٥- القدرة على مضاعفة مساحة شكل ما بطريقة منطقية وعملية.

ج- الحجوم:

المؤشرات التالية تدل على اكتساب الطفل المفاهيم الحجوم إجرائيًّا:

١- الاحتفاظ بالحجم الخارجي.

٢- الاحتفاظ بالحجم الداخلي.

٣- الاحتفاظ بالحجم المزاح.

سادسًا: فيما يتصل بالزمن والحركة:

فيما يلي مؤشرات تدل على أن مفاهيم الزمن والحركة قد تطورت بشكل إجرائي لدى الطفل:

١- الاستيعاب المفاهيمي لفكرة التتابع وقدرة على سلسلة الأحداث وفقًا لترتيب حدوثها.

٢- الإدراك المفاهيمي لفكرة الأمد، والتي تتمثل في أن الفترة الزمنية التي تستغرقها قطرات ماء للهبوط من تدريج إلى الذي يليه في الوعاء العلوي هي نفسها الفترة الزمنية التي تستغرقها قطرات الماء للارتفاع من تدريج إلى التدريج الأعلى في الوعاء السفلي.

٣- التعامل المفاهيمي مع مشكلات تتصل بالزمن المادي أو الواقعي.

٤- تطبيق العلاقات الخاصة بالتحويلية (التعدي) على مشكلات تحتاج إلى حساب الفترات الزمنية.

٥- إدراك أن فترات زمنية تبقى كما هي دون تغيير لو حدث تغيير ظاهري يتمثل في ممارسة حركات بسرعات مختلفة (تساوي الزمن).

٦- إدراك أن فترة زمنية معينة تبقى كما هي دون تغيير لو تم قياسها باستخدام ساعات مختلفة (التزامن أو التواقت).

٧- تجزئة الزمن إلى وحدات فرعية مناسبة بشكل مجموعها الفترة الزمنية التي استغرقها حدث ما (تشييد وحدات الزمن).

٨- الإدراك المفاهيمي للعلاقة المتبادلة بين المسافة والزمن والسرعة.

***

القسم الرابع

الفصل العاشر

مفاهيم تنمو خلال مرحلة العمليات الشكلية

على الصفحات السابقة قدمنا حوالي أحد عشر مفهومًا رئيسًا وثمانية مفاهيم متخللة تشكل في مجموعها -على وجه التقريب ووفقًا لتصورات بياجيه- المخططات الأساسية للبنية العقلية للطفل في مرحلة العمليات الحسية التي تمتد من السابعة حتى الحادية عشرة تقريبًا. وقد اتضح لنا أيضًا أن ما يمارسه الطفل من عمليات تفكير في المرحلة الحسية يرتبط بالواقع الحسي الملموس.

من المفترض أنه فيما بعد الحادية عشر فإن ممارسات الطفل العقلية تأخذ منحى آخر؛ حيث يتحرر من المحسوسات ويستطيع أن يتعامل مع واقع افتراضي ويبدأ في استخدام عمليات عقلية أكثر تطورًا. في هذه السن يكون الطفل على وشك مغادرة المدرسة الابتدائية إن لم يكن قد غادرها بالفعل. وهذا الأمر يعني -وفقًا لتصورات بياجيه- أن تكون الخبرات التي يتفاعل معها الطفل في المدرسة الابتدائية هي خبرات حسية، وذلك حتى يكون لما يتعلمه معنى ومغزى. بمعنى آخر، فإن تقديم خبرات مجردة غير حسية للأطفال في مثل هذه السن لن يؤدي إلا إلى تعلم ترديدي لا معنى له لدى الطفل ولا يسهم في تحقيق تنمية عقلية حقيقية وظيفية للطفل.

حقيقةً إن بياجيه يرى أن التعليم الذي يقدم في المدرسة لا دور له في التعجيل بالنمو العقلي للطفل -وإن كانت نتائج دراسات قد خالفته في ذلك- وإنما التطور العقلي الحقيقي يحدث نتيجة ما يتفاعل معه الطفل من خبرات حياتية واقعية ملموسة ومن تواصل اجتماعي فعَّال مع الأقران والكبار. ونود هنا أن نؤكد أن آراء بياجيه هذه لا ينبغي أن تكون بمثابة شهادة إبراء ذمة للمدرسة من القيام بدور فعَّال في التنمية العقلية العلمية والرياضية للطفل، وإنما ينبغي أن يكون هناك دور للمدرسة وللمنهج وللمعلم يتمثل في توفير ألوان النشاط والخبرات الواقعية والتفاعلات الاجتماعية المؤدية إلى تحقيق تطور عقلي حقيقي للطفل. وهذا ما سنتناوله في مكان آخر من الدليل.

نود هنا أن نقول: إن دراسة المعلم لمحتويات هذا الدليل بعمق سوف تمكنه من تقييم ما يقدم للطفل في المرحلة الابتدائية ومن تحليل كتب العلوم والرياضيات لتحديد مدى ملاءمة الأنشطة المقدمة فيها للمستوى العقلي للتلاميذ، ذلك أن عدم ملاءمتها لمستواه العقلي يعني أنه لن يكون لما يدرسه معنى أو مغزى أو دور حقيقي في إنمائه من الناحية العقلية العلمية الرياضية، وإنما سيكون الأمر بمثابة حفظ وترديد لما لُقِّن للطفل.

تلك هي رؤية بياجيه، ينبغي أن تتناسب الخبرات التي تقدم للأطفال مع مستواهم العقلي وليس العكس الذي يحدث من تقديم ألوان من النشاط والخبرات تتجاوز المستوى العقلي للأطفال بحيث يكون مطلوبًا من الأطفال أن يرتقوا إلى مستوى ما يقدم لهم. إن بياجيه يرى أن المناهج ينبغي أن تتكيف مع المستوى العقلي للطفل، بينما الواقع السائد يتماشى مع فكرة أن الطفل ينبغي أن يرتقي إلى مستوى المنهج الذي يقدم له.

حقيقةً إن وجهة نظر بياجيه من ضرورة تقديم الخبرات بما تتناسب مع المستويات العقلية الفعلية للأطفال تتعرض لتحفظات من آخرين. وتتمثل هذه التحفظات في أن النمو العقلي لا يحدث إلا إذا واجه الطفل مواقف وخبرات ومشكلات تتحدى بنيته العقلية، الأمر الذي يجعله في البداية في حالة عدم توازن يعقبها تكيف مع الموقف ثم اتزان. هنا يحدث النمو العقلي للطفل. في ضوء تلك الرؤية، فإن الخبرات التي تقدم للأطفال ينبغي أن تمثل شكلاً مدروسًا بعناية من أشكال التحدي للبنية العقلية بما يسهم في تنمية قابليات الطفل العلمية والرياضية. وهي وجهة نظر لها وجاهتها، خصوصًا وأنها تتماشي مع رؤية بياجيه حول الآليات (الميكانيزمات) المؤدية إلى النمو العقلي.

على أية حال، هذه الإشارة لا ينبغي أن تبتعد بنا عن النقطة الأساسية وهي أن الطفل عندما يبلغ الحادية عشرة أو الثانية عشرة فإنه يفترض فيه أن يكون قد أصبح قادرًا على ممارسة التفكير العملياتي الشكلي بشكل كلي أو بشكل جزئي يتطور

تدريجيًا. فما هي المؤشـرات التي إذا توافرت لدينا دل ذلك على أن الطفل قد بلغ مستوى التفكير العلمياتي الشكلي؟

على الصفحـات التالية نجد عرضًا لمفاهـيم يفترض فيها -بالإضافـة إلى مفاهيم مرحلة العمليات الحسية- أنها تشكل البنية العقلية للمفكر العملياتي الشكلي وتحدد قابلياته العـلمية الرياضية. وفي عـرضنا لهذه المفاهيم، فإننا نؤصلهـا فكريًا ونقدم بعض المهمات التي يمكن للآباء والمربين استخدامها لتحديد مدى توافر هذه المفاهيم لدى الطفل.

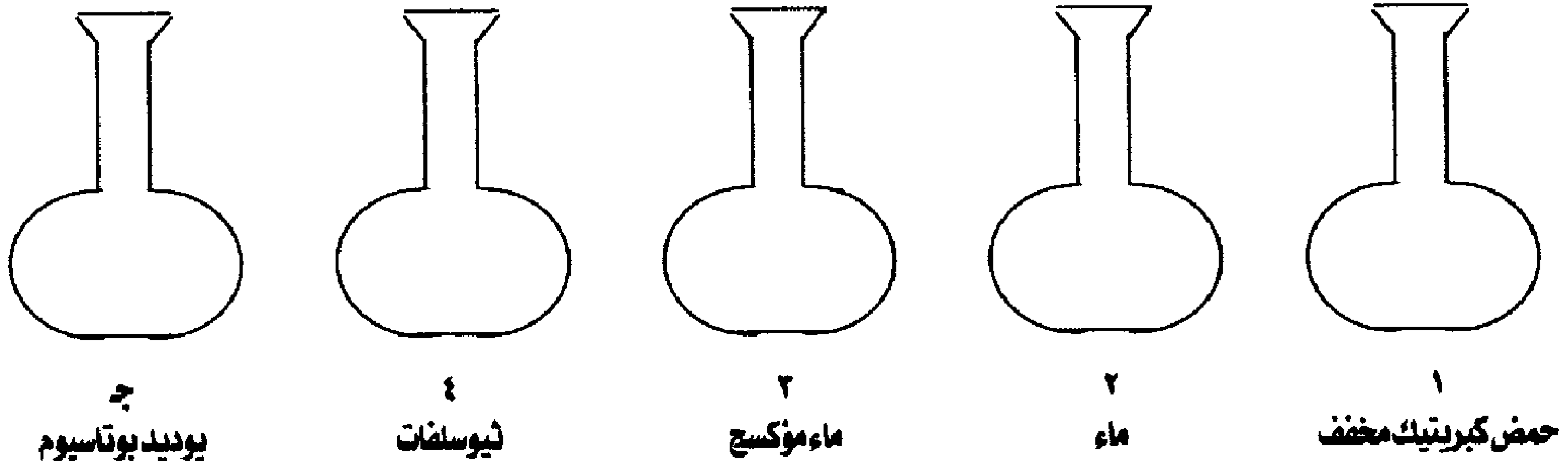
***

أولاً: التوافيق (المجموعات المؤتلفة)

Combinations

توجد العديد من الاستقصاءات التي تنفذ في مجالات العلوم والعديد من العمليات الرياضية التي تتطلب من المتعلم أن تكون لديه قدرة على التعامل مع مواقف تتطلب عمل توافيق أو مجموعات مؤتلفة، أي عمل تباديل بين العناصر التي يتضمنها الموقف بطريقة منظمة. وإذا لم تكن لدى الفرد قدرة على التفكير المنظم باستخدام المتغيرات، فمن غير المحتمل أن يتمكن من التعامل مع هذه المواقف بنجاح:

ولتوضيح ذلك الأمر فإننا نسترشد بتجربة ممتعة أجرتها إنهلدر وبياجيه (Inhelder and Piaget, 1955) تتضمن محتوياتها العناصر التالية:



المواد المستخدمة في المهمة عبارة عن خمسة سوائل عديمة اللون موضوعة في خمسة دوارق على النحو التالي:

١- حمض كبريتيك مخفف.

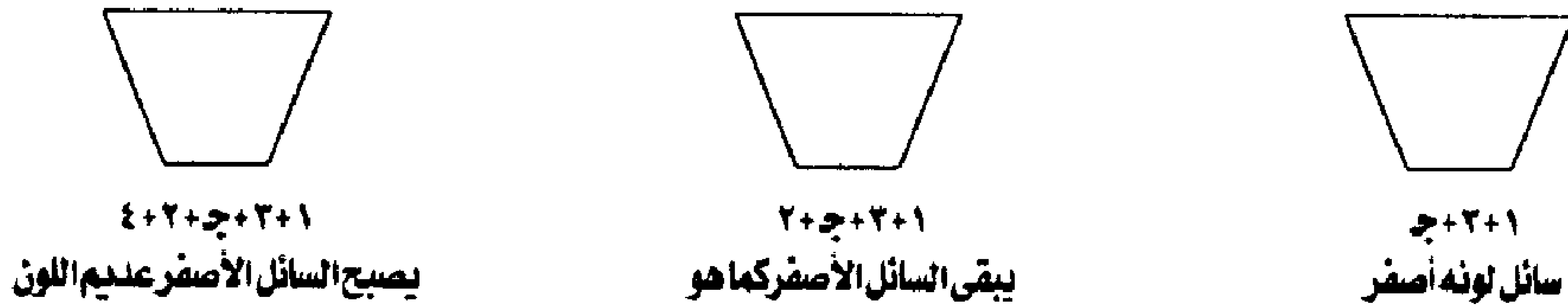
٢- ماء.

٣- ماء مؤكسج (فوق أكسيد الهيدروجين).

٤- ثيوسلفات.

٥- يوديد البوتاسيوم في الدورق جـ.

إذا ما أضيف السائل (١) إلى السائل (٣) ثم أضيف إليهما/ السائل (جـ) نتج عن ذلك سائل لونه أصفر. فإذا ما أضفنا السائل (٢) (الماء) إلى السائل الأصفر المتكون لا يُحدث شيئًا، ويبقى على لونه كما هو. فإذا ما أضيف السائل (٤) إلى السائل الأصفر أزيل اللون الأصفر وأصبح المحلول عديم اللون.



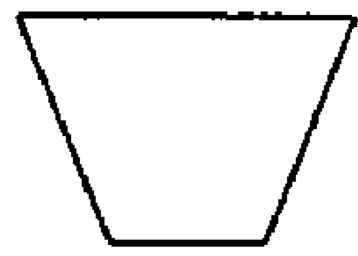
لتبسيط الأمر، فإن:

١- حمض كبريتيك مخفف + ماء مؤكسج + يوديد بوتاسيوم ← سائل أصفر.

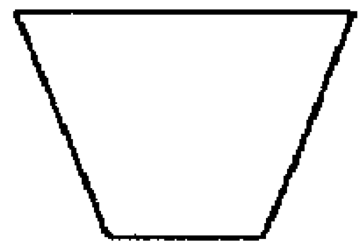
٢- السائل الأصفر المتكون + الماء ← يبقى لون السائل أصفر كما هو.

٣- السائل الأصفر + ثيوسلفات ← سائل عديم اللون.

لتنفيذ المهمة، فإن المجرب يقوم بما يلي:



١- وضع الدوارق الخمسة أمام الفتى وكل منها يحتوي السائل وفقًا لما هو موضح أعلاه، ولا يعرف الفتى أسماء السوائل الموجودة في الدوارق فليس هذا من متطلبات التجربة، وإنما يتأكد من أنها جميعًا عديمة/ اللون.



٢- يكون لدى المجرب بعض الكئوس بها عينات من السوائل الموجودة في الدوارق بنظام معين، **وذلك على النحو التالي:**

أ- كأس به عينة من السائلين (١ + ٣) **مضافين إلى بعضها (عديم** اللون).

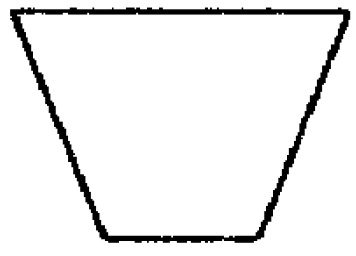
ب- كأس به عينة من الدورق (٢) (الماء). **ومن الضروري ألا يعرف الفتى الدوارق** التي أُخذت منها العينات، **لذا ينبغي أن تكون معدة مسبقًا.**

٣- يقوم المجرب بإضافة بعض من السائل (جـ) (من كأس آخر حتى لا يكون على علم بالدورق المأخوذ منه السائل) إلى الكأس المتضمنة السائلين (١، ٣) فيتكون سائل لونه أصفر.



ج+١+٣
سائل لونه أصفر

٤- يتم أيضًا إضافة عينة من السائل (جـ) إلى الكأس الثانية المتضمنة السائل (٢) (الماء) فيبقى على حاله عديم اللون.



ج+٢
يبقى السائل عديم اللون

٥- بعد ذلك يطلب المجرب من الفتى أن يحاول الحصول على سائل لونه أصفر باستخدام عينات السوائل الموجودة في الدوارق الخمسة الموجودة أمامه وبالكيفية التي يراها، مع ملاحظات أن يكون لدى الفتى عدد كافٍ من الكئوس الصغيرة أو أنابيب الاختبار، حتى يقوم بعمليات الإضافة فيها على النحو الذي يراه مناسبًا.

مرة ثانية، علينا أن نتذكر أن السائل ذا اللون الأصفر يتكون نتيجة الإضافات التالية:

حمض كبريتيك مخفف + ماء مؤكسج + يوديد البوتاسيوم

أي ١ + ٣ + جـ

وعلينا أن نتذكر أيضًا أن إضافة السائل (٢) (الماء) إلى السائل الأصفر المتكون لا تغير من لونه، بينما إضافة الثيوسلفات تزيل اللون. كما أنه يبقى أن نتذكر أيضًا أن الفتى لا يعرف الدوارق التي أخذت منها العينات المستخدمة في العرض العملي الذي قدمه المجرب.

ما الذي يعينه ذلك؟ إن ذلك يعني أنه مطلوب من الفتى أن يحاول تكوين السائل الأصفر عن طريق أخذ عينات من الدوارق وإضافتها إلى بعضها بشكل منتظم في الكئوس الموجودة أمامه. المطلوب منه هنا ممارسة شكل من أشكال التفكير/ المنظم لتشكيل مجموعات مؤتلفة.

لا بأس هنا من قيام المجرب بالاستفسار من الطفل عن الكيفية التي سيمارس بها عمليات الإضافة، وذلك قبل بدء التنفيذ الفعلي. الموقف/ التجريبي يتطلب من الفتى التفكير في عمليات الإضافة على النحو التالي:

١+٢، ١+٣، ١+٤، ١+جـ، ٢+٣، ٢+٤، ٢+جـ، ٣+٤، ٣+جـ، ١+٢+جـ، ١+٣+جـ، ١+٤+جـ، ٢+٣+٤، ٢+٣+جـ، ٣+٤+جـ، ١+٢ + ٣+٤+جـ.

هذه هى الطريقة التي يفترض أن يفكر بها الفتى كي يتعامل مع الموقف بشكل منظم. وقد يكون من المناسب أن يستكشف المجرب ما إذا كان الفتى يفكر بهذه الكيفية في تأليف المجموعات أم أن الأمر غير ذلك. فإذا كانت لديه القدرة على التفكير المنظم وبدأ العمل الفعلي، فإنه سيكتشف أن إضافة ١، ٣، جـ إلى بعضهم تؤدي إلى تكوين السائل الأصفر.

من المهم أيضًا أن نوضح أن إضافة الثيوسلفات (٤) إلى أي سائل؛ سواء كان هذا السائل منفردًا أم نتيجة إضافات من السوائل الموجودة في الدوارق... هذه الإضافة تمنع تكون اللون الأصفر، وهنا نطلب من الفتى أن يستكشف أي السوائل الموجودة تمنع تكون اللون الأصفر.

ما الذي تشير إليه نتائج القيام بهذه المهمة التي قامت بها إنهلدر و بياجيه؟

١- الأطفال في سن ما بين السابعة والثامنة تتسم ممارستهم بالعشوائية في التعامل مع الموقف، وإذا حققوا بعض النجاح فإن ذلك ليس ناجمًا عن جهد منظم مقصود وإنما نتيجة عمل عشوائي.

٢- عند سن التاسعة أو العاشرة تقريبًا، فإنهم يبدءون في إضافة سائل إلى آخر بشكل اقتراني لعمل مجموعات مؤتلفة يتكون كل منها من سائلين. أما بالنسبة للمجموعات المؤتلفة الأكثر تعقيدًا والتي تستلزم إضافة أكثر من سائلين معًا، فإنهم لا يحاولون القيام بعملها.

وعندما يحاول المجرب مساعدة الطفل بتقديم اقتراح مؤداه أن خلط ثلاثة سوائل معًا قد يؤدي إلى تكوين السائل ذي اللون الأصفر، فإن الطفل يخفق في عمل كل التوافيق الممكنة لاختبار صحة هذا المقترح.

٣- عند سن العاشرة أو الحادية عشرة تقريبًا، فإن الأطفال يبدءون في عمل مجموعات أكثر تعقيدًا، ولكن بشكل غير منتظم. فهم يقومون بعمل بعض التوافيق وإغفال توافيق أخرى.

٤- عند بلوغ الأطفال سن الثانية عشرة أو الثالثة عشرة، وفقًا لإنهلدر و بياجيه، فإنهم يبدءون في استخدام مدخل منظم يتم بمقتضاه تجريب كل المجموعات المؤتلفة الممكنة. كما وجدت إنهلدر وبياجيه أن الأطفال، أو بالأحرى الفتيان، في هذه السن لا يتوقفون عن الاستقصاء؛ بمجرد الوصول إلى السائل المطلوب (ذي اللون الأصفر)، وإنما يواصلون تجريب كل التوافيق الأخرى الممكن عملها. أي أنهم يتجاوزون الواقع الموجود أمامهم the here إلى التعامل مع ما هو ممكن من الناحية النظرية.

دراسة أخرى أجرتها إمري (Emery, 1973) أعدت فيها اختبارًا مكونًا من ثلاثة أسئلة، قامت بتطبيقه على تسعين طالبًا يدرسون البيولوجي في المرحلة الثانوية. وكان المطلوب من أفراد العينة الإجابة على الأسئلة الثلاثة التي يتطلب كل منها قيام الفرد بتشكيل كل المجموعات المؤتلفة الممكنة. والأسئلة الثلاثة هي:

١- اكتب كل المجموعات المؤتلفة الممكنة (التوافيق) التي يمكن عملها من الحروف والأرقام التالية؛ بحيث تتضمن كل مجموعة حرفًا واحدًا ورقمًا واحدًا، بغض النظر عن ترتيب كل من الحرف والرقم في المجموعة الواحدة (على سبيل المثال: ١أ هي نفسها أ١):

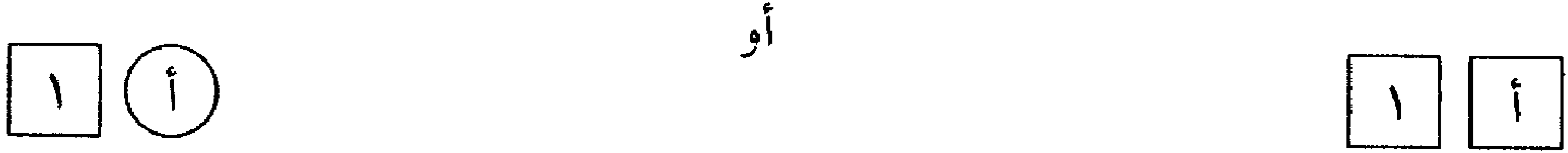
أ	ب	جـ	د
١	٢	٣	٤

٢- فيما يلي بعض المربعات والدوائر، بعضها يوجد داخله حروف (أ أو ب) والبعض الآخر يوجد داخله أرقام (١ أو ٢).

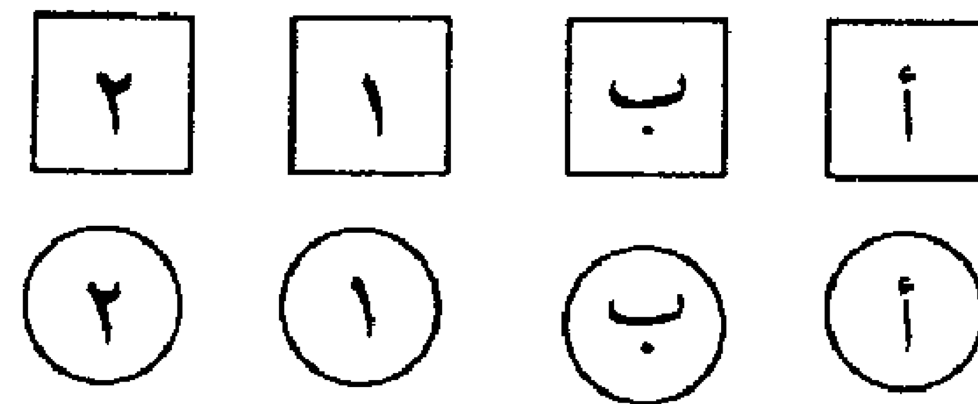
[أ]	[ب]	[١]	[٢]
(أ)	(ب)	(١)	(٢)

اكتب كل المجموعات المؤتلفة (التوافيق والتباديل) الممكنة؛ بحيث تضم كل مجموعة شكلاً داخله حرف والآخر داخله رقم.

مثال: يمكن أن تكون المجموعة على أحد الوضعين التاليين:

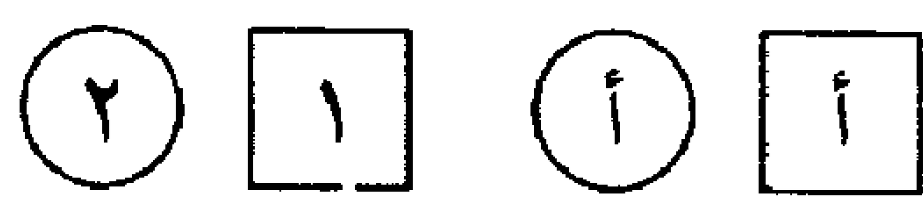


٣- فيما يلي بعض المربعات والدوائر، بعضها يوجد داخله حروف (أ، ب) والبعض الآخر يوجد داخله أرقام (١ ، ٢).



اكتب كل المجموعات المؤتلفة (التوافيق والتباديل) الممكنة؛ بحيث تضم كل مجموعة منها حرفين ورقمين، وذلك وفقًا للقاعدة التالية:

كل مجموعة تضم حرفًا من الحروف الموجودة في دائرة وحرفًا آخر من الحروف الموجودة في مربع ورقمًا من الأرقام الموجودة في دائرة ورقمًا آخر من الأرقام الموجودة في مربع.



المثال الموجود على اليسار يوضح إحدى المجموعات التي يمكن تكوينها. ادرس المثال قبل البدء في الإجابة.

وقد أوضحت نتائج دراسة إمري هذه أن طالبًا واحدًا فقط من بين خمسة طلاب استطاع أن يجيب على الأسئلة الثلاثة على نحو صحيح (أي ٢٠٪ من الطلاب)، وأن طالبين من بين كل خمسة استطاعا أن يجيبا على السؤالين (١ ، ٢) على نحو صحيح (أي حوالى ٤٠٪ من الطلاب). ما الذي تعنيه هذه النتيجة، في ضوء ما أوضحته إمري؟ إن ذلك يعني أن موضوعات الدراسة التي تقدم لطلاب المرحلة الثانوية والتي تتطلب من الطلاب تشكيل مجموعات مؤتلفة (كما هو الحال في موضوعات الوراثة) تتجاوز المستوى العقلي للطلاب المتوسطين.

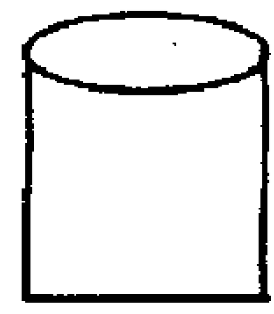
أيضًا، فإن مثل هذه النتائج تطرح علامات تساؤل حول الأعمار التي حددها بياجيه لدخول الأفراد مرحلة العمليات الشكلية. فهناك بعض المؤشرات الأولية التي توضح أن العديد من الأفراد ممن تجاوزوا هذه الأعمار بكثير لا يستطيعون التعامل مع مواقف تستلزم تفكيرًا عملياتيًّا شكليًّا.

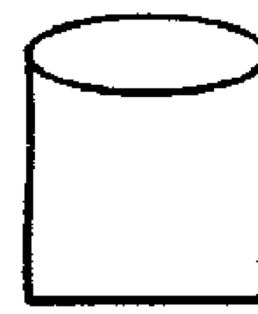
ومع ذلك، فإن دراسة إمري قد أوضحت أيضًا أن التدريس المباشر لفكرة المجموعات المؤتلفة من خلال الوراثة -ليس له تأثير دالٌ على تنمية قدرات الطلاب على تشكيل هذه المجموعات. وهذا الأمر يتفق أيضًا مع تصورات بياجيه في هذا الصدد والتي سبق أن أوردناها في أكثر من موضع في هذا الدليل.

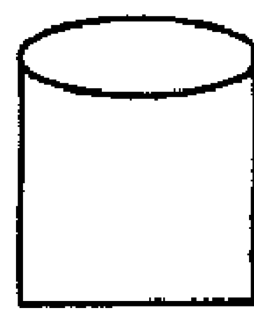
لعله من المفيد أيضًا أن نشير إلى دراسة أخرى بسيطة ولكن نتائجها لها دلالة أجراها جود (Good, 1973) تضمنت سؤالين تحريريين، كل سؤال منهما يتضمن أشكالاً لأشياء معينة، ويطلب من الطالب أن يحدد عدد التوافيق والتباديل (المجموعات المؤتلفة التي يمكن تشكيلها من هذه الأشياء. ولكل سؤال من السؤالين خمسة بدائل للإجابة، على الطالب أن يختار من بينها البديل المناسب. وقد أجريت الدراسة على طلاب جامعيين.

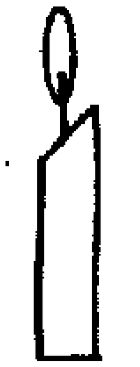
والسؤالان هما:

السؤال الأول: ما عدد المجموعات المؤتلفة (التفاعلات التي يمكن تشكيلها من الأشياء الموضحة أدناه)؟ مع الأخذ في الحسبان أن السائل (جـ) لا يستخدم مع الشمعة بمفرده، وأن (أ، ب) لا يتفاعلان مع بعضهما بمفردهما، وبالتالي لا تكون هناك مجموعة مشكلة من (أ، ب) بمفرديهما.



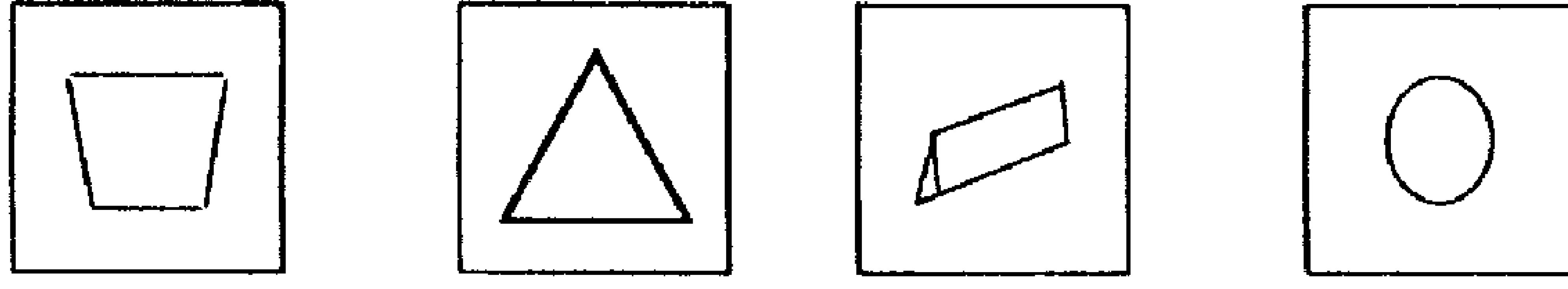






أ- ٦ ب- ٨ جـ- ٩ د- ١٥ هـ- لا شيء مما ذكر

السؤال الثاني: ما عدد المجموعات المؤتلفة (التوافيق والتباديل) الثنائية التي يمكن تشكيلها من الأشياء الموضحة في الأشكال التالية؟



أ- ٣ ب- ٥ جـ- ٦ د- ٩ هـ- ١٢

أوضحت نتائج الدراسة أن السؤال الأول كان هو الأكثر صعوبة بالنسبة لطلاب الكليات؛ إذ أجاب على السؤال الأول بشكل صحيح ٣١ طالبًا فقط (٣٢٪)؛ حيث اختاروا البديل (جـ ٩ مجموعات). أما السؤال الثاني فكان أيسر؛ إذ إنه كان يتطلب وجود نظام توافيق ثنائي فقط على عكس السؤال الأول الذي كانت الإجابة عليه تتطلب وجود نظام توافيقي شامل، وذلك على النحو التالي:

١- أ + السائل جـ.

٢- أ + الشمعة (حرارة).

٣- أ + السائل جـ + الشمعة.

٤- ب + السائل جـ.

٥- ب + الشمعة (حرارة).

٦- ب + السائل جـ + الشمعة.

٧- أ + ب + السائل جـ.

٨- أ + ب + الشمعة.

٩- أ + ب + السائل + الشمعة.

وكانت استجابات الطلاب متبوعة بسؤال عن سبب الإجابة، والذي اتضح من خلاله أن الطلاب لم يخطئوا فهم أي من السؤالين. إلا أن هناك مؤشرات على أن الترتيب الذي يتم به وضع البدائل يؤثر في استجابات الطلاب.

فعلى سبيل المثال، فإنه بالنسبة للطلاب، فإن:

أ + ب + السائل ≠ أ + السائل + ب

لهذا فإن جود قد افترض أن نسبة من يجيبون إجابة كاملة على مثل هذا السؤال (الأول) تكون في حدود ٢٠٪ فقط. وهذا يعني أن الطلاب (الجامعيين) في مثل هذه السن يواجهون مشكلات عند التعامل مع مواقف تتطلب استخدام نظام توافيقي كامل.

لعل هذا العرض يوضح أمرًا مهمًّا، وهو ضرورة أن يحاول المعلمون تعرف مدى قدرة طلابهم على التعامل مع مواقف تحتاج إلى استخدام نظام توافيقي كامل؛ وذلك لتعرف الصعوبات التي تواجه الطلاب عند دراسة بعض الموضوعات، ولقد جرت العادة أن تعزى هذه الصعوبات إلى انخفاض مستويات ذكاء الطلاب، بينما تكمن المشكلات الحقيقية في أن هذه الموضوعات تحتاج لدراستها إلى قابليات علمية ورياضية تتجاوز حدود ما هو متوافر بالفعل لدى هؤلاء الطلاب.

أيضًا، فإن نتائج هذه الدراسة توضح أن الأعمار التي حددها بياجيه لبلوغ الأطفال مستوى العمليات الشكلية قد تكون مثالية بعض الشيء؛ إذ إن نتائج الدراسات تشير إلى أن الطلاب الجامعيين أنفسهم يواجهون مشقة عند التعامل مع المهمات الخاصة بمرحلة العمليات الشكلية.

***

ثانياً: التناسبات
Proprotions

يمكن تعريف التناسب ببساطة بأنه علاقة بين النسب. فإذا قلنا: إن لدينا متجرين، مساحة الأول (س١) ضعف مساحة الثاني (س٢) - أي أن النسبة بين س١، س٢ هي ٢ إلى ١ ($\frac{\text{س}_1}{\text{س}_2} = \frac{2}{1}$) - وكان إيراد المتجر الأول (ع١) يومياً ضعف إيراد المتجر الثاني (ع٢)، أي أن النسبة بين ع١ إلى ع٢ = ٢ : ١ ($\frac{\text{ع}_1}{\text{ع}_2} = \frac{2}{1}$).

لوضع هذه النسب في علاقة تناسب، فإنها تكون على النحو التالي:

$$\frac{\text{ع}_1}{\text{ع}_2} = \frac{\text{س}_1}{\text{س}_2} = \frac{2}{1} \quad \text{أي ع } \alpha \text{ س.}$$

إن علاقة التناسب التي نشأت هنا هي بمثابة علاقة رابطة بين مساحة المتجر والإيراد اليومي له. وللوصول إليها تمت المقارنة بين نسبة مساحة المتجر (س١)، (س٢) إلى بعضهما، ونسبة الإيراد اليومي للمتجر (ع١) مع (ع٢).

عندما نتمعن علاقة التناسب هنا نجد أنها تُبرِز لنا أنه كلما زادت مساحة المتجر فإن إيراده يزداد، وكلما قلت مساحة المتجر فإن إيراده يقل. وهذا ما أطلقنا عليه من قبلُ علاقة تناسب طردي (في هذه الحالة بين مساحة المتجر والإيراد اليومي). يمكن التعبير عن ذلك بطريقة أخرى وهي أنه **توجد علاقة ارتباطية** بين مساحة المتجر وإيراده اليومي، وهذه العلاقة الارتباطية هي علاقة تناسب طردي، بمعنى أنه كلما زادت مساحة المتجر زاد الإيراد اليومي، والعكس أيضًا صحيح فكلما قلت مساحة المتجر نقص الإيراد اليومي. وفي موقع آخر سوف نجد تفصيلاً أكثر عن العلاقات الارتباطية.

أيضًا فإننا هنا أمام متغيِّرين، هما: مساحة المتجر (متغير مستقل) ومعدل الإيراد اليومي (متغير تابع). أي أن التناسبات نفسها كفكرة تتضمن في طيِّها قدرة على التفكير المنظم باستخدام المتغيرات وقدرة على استخدام العلاقات الارتباطية.

قد تكون العلاقة الارتباطية متضمنة تناسبات عكسية وليست طردية، بمعنى أن الزيادة في قيمة أحد المتغيرين يترتب عليها نقصان في قيمة المتغير الآخر، والعكس أيضًا صحيح. فمثلاً لو كان لدينا موصلان من مادة واحدة وطولهما واحد، وكانت النسبة بين مساحة مقطع الموصل(*) الأول (س١) إلى مساحة مقطع الموصل الثاني (س٢) هي ٢ : ١.

أي أن $\frac{س_١}{س_٢} = \frac{٢}{١}$.

ثم قمنا بحساب مقتومة كل من الموصلين معمليًا، فكانت النسبة بين مقاومة الموصل الأول (م١) إلى مقاومة الموصل الثاني (م٢) هي ١ : ٢.

أي أن $\frac{م_١}{م_٢} = \frac{١}{٢}$ أو $\frac{م_٢}{م_١} = \frac{٢}{١}$

ما الذي نستنتجه من ذلك؟ كلما زادت مساحة المقطع قلَّت مقاومته، وكلما نقصت مساحة المقطع زادت مقاومته. أي أن العلاقة بين مساحة المقطع (المتغير المستقل) ومقاومة الموصل (المتغير التابع) هي **علاقة تناسب عكسي**. وتتمثل تلك العلاقة في المعادلة التالية:

$$\frac{م_١}{م_٢} = \frac{س_٢}{س_١} \quad \text{أو } م \propto \frac{١}{س}$$

علينا أن نلاحظ أيضًا أن العلاقة هنا هي علاقة ارتباطية بين متغيرين، مما يعني أن عملية التفكير (التناسبي) أكثر تعقيدًا وتطورًا من عمليات التفكير التي كانت تمارس في مرحلة العمليات الحسية، فاستخدام المتغيرات أكثر اتساعًا والعلاقات الارتباطية هنا شرط أساسي لممارسة هذا النوع من التفكير (التناسبي).

في تصورات بياجيه أن الفرد عندما يدخل في مرحلة العمليات الشكلية، فإنه ينبغي أن يكون قادرًا على ممارسة مجموعة من عمليات التفكير، من بينها التفكير التناسبي، في أي موقف يتطلب ذلك بغض النظر عن محتوى الموقف. إن ذلك يعني أنه ليس من الضروري أن يكون الفرد على دراية بالمحتوى لكي يمارس التفكير التناسبي إذا ما تطلب الأمر ذلك، وإنما ينبغي أن تكون لديه المخططات والأبنية

(*) مساحة مقطع الموصل = ط نق٢، أي ٣,١٤ × مربع نصف قطر الموصل.

العقلية الضرورية لممارسة هذا النوع من التفكير؛ وذلك حتى يستطيع التعامل مع الموقف بنجاح بغض النظر عن محتوى الموقف. بمعنى آخر، فإنه طالما توافرت لدى الفرد القدرة على التفكير التناسبي، فإنه يستطيع أن يتعامل مع أي موقف أو مشكلة يتطلب حلها توافر الأبنية العقلية (المخططات) الخاصة بالتفكير التناسبي لدى الفرد، وذلك بغض النظر عن المجال الذي ينتمي إليه الموقف أو المشكلة، أو المحتوى المتضمن في الموقف أو المشكلة.

في ضوء ذلك، فإن المواقف المتضمنة في المناهج الدراسية والتي تتطلب من المتعلم أن تكون لديه المخططات العقلية الخاصة بالتفكير التناسبي حتى يستطيع أن يتعامل معها. . . . هذه المواقف لن يستطيع أن يتعامل معها الطالب بنجاح إذا لم تكن هذه المخططات متوافرة لديه. قد يسأل سائل عن السبب الذي يجعل بعض الطلاب يتعاملون مع هذه المواقف بنجاح برغم أنهم لا تتوافر لديهم المخططات العقلية الخاصة بالتفكير التناسبي. تتمثل الإجابة ببساطة في أن الأمر لا يتجاوز القيام بعمل روتيني من قِبل الطلاب تدربوا عليه دون أن يتحول ذلك إلى أبنية عقلية وظيفية لديهم.

بعد تقديم هذه الرؤية المفاهيمية حول «التفكير التناسبي» يبقى السؤال الآن: كيف نتقصى مدى قدرة الأفراد على ممارسة «التفكير التناسبي»؟ للإجابة على هذا التساؤل يمكن استخدام عدد من المهمات التي تمكّننا من تقييم قدرة هؤلاء الأفراد على ممارسة التفكير التناسبي.

المهمة الأولى: المستطيل:

وهي مهمة بسيطة اقترحها بياجيه وإنهلدر وزيمينسكا (Piaget, Inheder and Szeminska, 1948)، حاولوا من خلالها تقصي قدرة الأطفال على استخدام الأفكار الخاصة بالتناسب في موقف بسيط. يقدم للطفل أو الفتى مستطيل أبعاده ١,٥ × ٣ سم، ويطلب منه أن يقوم برسم مستطيل آخر تكون النسب بين أبعاده هي نفس النسب بين أبعاد المستطيل الذي أمامهم، شريطة أن يكون المستطيل الذي يتم رسمه أكبر من المستطيل الموجود أمام الطفل (أو الفتى).

تشير النتائج إلى ما يلي:

١- في المرحلة المبكرة من حياة الطفل فإنه لا يستطيع رسم المستطيل من الأصل.

٢- بعد ذلك يقوم برسم ما يشبه المستطيل، ولكن دون مراعاة النسب بين الطول والعرض. فالأطفال يبالغون في رسم الطول، كما أنهم لا يحاولون القيام بعمليات قياس.

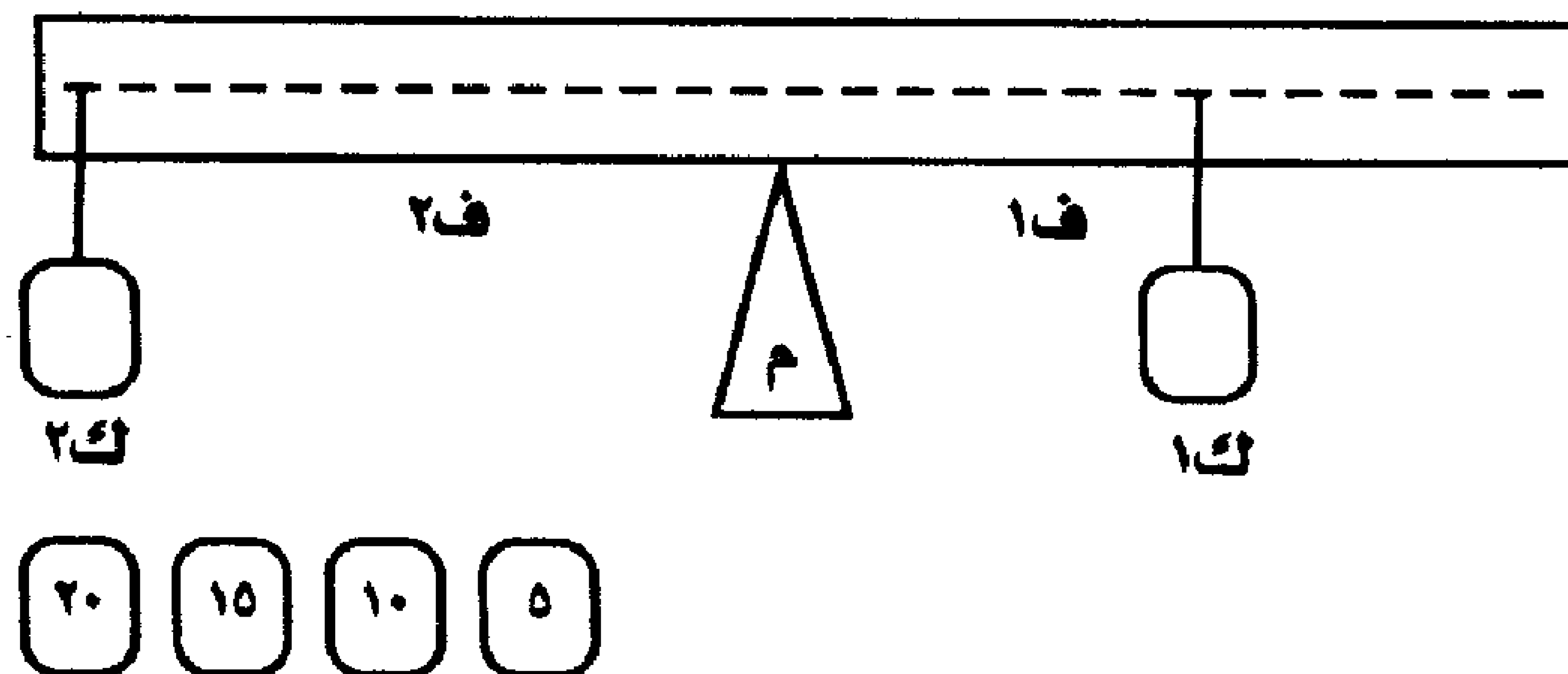
٣- في مرحلة ثالثة من عمر الطفل، فإنه يقوم في المرة الأولى بالتركيز على الطول والعرض، محاولاً الاحتفاظ بالنسبة ١,٥ : ٣ (أي ١ : ٢) كما هي دون تغيير. أما إذا كانت النسب المستخدمة في المهمة تختلف عن النسبة ١ : ٢، فإن الطفل لا يستطيع الاحتفاظ بها، وبالتالي تكون رسومه غير دقيقة.

٤- في هذه المرحلة يتمكن الطفل من تشييد الرسومات باستخدام نسب مختلفة مثل ٢/٣، أو ٤/ ٥. وهذه المرحلة تشكل بداية فهم الطفل لفكرة التناسب.

وهنا تجدر الإشارة، ثانية، إلى أن مخطط التناسب هو في الواقع بمثابة علاقة من «الرتبة الثانية»، بينما النسبة هي علاقة من «الرتبة الأولى». أي أن التناسب علاقة بين علاقات. فعندما نقول: إن النسبة بين طولي الضلعين (ل١، ل٢) ينبغي أن تكون ٢ : ٥. فإن ذلك يعني أن (ل١) يمكن أن تكون ٤، و(ل٢) يمكن أن تكون ١٠، أو (ل١) تكون ٦، و(ل٢) تكون ١٥، إلخ. المهم هنا أن تظل النسبة ٢: ٥ محفوظة.

المهمة الثانية: الميزان ذو الذراع الواحدة (الرافعة من النوع الأول): الاتزان الديناميكي:

استخدمت إنهلدر وبياجيه (Inhelder and Piaget, 1955) ميزانًا بسيطًا ذا ذراع واحدة (رافعة من النوع الأول) مرتكزًا من منتصفه على محور ارتكاز، مع مجموعة من صنج ذات كتل مختلفة يمكن تعليقها على جانبي المحور.



وتقوم فكرة المهمة على أساس نظرية عمل الروافع من النوع الأول (الأرجوحة)، والتي تتلخص ببساطة في أنه إذا علقت كتلة في نهاية أحد جانبي الميزان، فإنه يميل في الاتجاه الذي وضعت فيه الكتلة، ولو أردنا إعادة الاتزان ثانية ينبغي إما رفع الكتلة التي علقت (النقض أو الإبطال في التفكير الانعكاسي) أو وضع كتلة مماثلة في نهاية الذراع الأخرى (التبادلية).

لكن الأمر ليس دائمًا بهذه البساطة. فقد تكون الكتلة التي وضعت على يمين محور الارتكاز = ٢٠جم (مثلاً) على مسافة ٥٠ سم من محور الارتكاز، وليس لدينا إلا كتلة مقدارها ٤٠ جم نريد أن نضعها في مكان ما على يسار محور الارتكاز حتى يعود الاتزان ثانية. لو وضعت في نهاية الذراع من الناحية اليسرى لحدث خلل في الاتجاه الأيسر باعتبارها الأثقل. وبالاستكشاف سوف نجد أنه يلزم تحريكها نحو الداخل حتى تصبح على بعد ٢٥ سم من محور الارتكاز فيعود الاتزان ثانية.

لو حاول الطفل (أو الفتى) استشكاف الموقف فإنه سيجد ما يلي:

النسبة بين ك١، ك٢ هي ٢٠ : ٤٠ أي ١ : ٢.

والنسبة بين ف١، ف٢ (عند الاتزان) هي ٥٠ : ٢٥ أي ٢ : ١.

لو قمنا بعكس المسافة لكانت النسبة بين ف٢، ف١ هي ٢٥ : ٥٠ = ١ : ٢.

أي أن $\frac{\text{ك١}}{\text{ك٢}} = \frac{\text{١}}{\text{٢}}$ ، $\frac{\text{ف٢}}{\text{ف١}} = \frac{\text{١}}{\text{٢}}$.

إذن $\frac{\text{ك١}}{\text{ك٢}} = \frac{\text{ف٢}}{\text{ف١}}$.

في ضوء ما درسناه في المهمة الأولى: ما نوع العلاقة التناسبية الموجودة هنا؟ إنها علاقة **تناسب عكسي**، بمعنى أنه كلما ازدادت الكتلة المطلوب استخدامها لإعادة التوازن فإننا في حاجة إلى جعلها تقترب أكثر من محور الارتكاز وفقًا للمعادلة الموضحة أعلاه.

إذن ك α $\frac{\text{١}}{\text{ف}}$ (هنا يقال: إن الكتلة تتناسب طرديًا مع $\frac{\text{١}}{\text{المسافة}}$ أو إنها تتناسب عكسيًا مع المسافة). وعلاقات التناسب هذه ينبغي أن نهتم بها في مناهج علوم

ورياضيات الصفوف العليا من المرحلة الابتدائية حتى يتمكن المتعلم من استيعابها مفاهيمياً. ولا ينبغي أن نعفي أنفسنا كمطوري مناهج من هذه المسئولية على أساس ما أورده بياجيه من أن التطور العقلي يحدث كنتيجة للخبرات الحياتية والتفاعلات الاجتماعية خارج المدرسة. فللمنهج دور لا ينبغي أن يغفل.

إذا ما استوعب الطفل مفاهيمياً العلاقة $\frac{ك١}{ك٢} = \frac{ف٢}{ف١}$

أو $ك_١ \times ف_١ = ك_٢ \times ف_٢$، فإنه يمكن أن يتفاعل مع مواقف عديدة من نوعية المواقف التالية:

١- عندما تكون $ك_١ = ك_٢$، $ف_١ = ف_٢$ فإن الرافعة تكون في حالة اتزان على أساس أنه في هذه تكون $ك_١ \times ف_١ = ك_٢ \times ف_٢$.

٢- عندما تكون $ك_١ = ك_٢$، $ف_١ \neq ف_٢$ فإن الرافعة يختل توازنها. ولإعادة التوازن فإن الأمر يستلزم وضع صنج إضافية في الجهة التي تكون فيها المسافة أقل.

مثلاً، لو كانت $ك_١ = ك_٢ = ٣٠$ جم، $ف_١ = ١٥$ سم، $ف_٢ = ٥$ سم.

فإن $ك_١ \times ف_١ = ٣٠ \times ١٥ = ٣٠٠$.

$ك_٢ \times ف_٢ = ٣٠ \times ٥ = ١٥٠$.

لا يحدث اتزان.

لكي يحدث اتزان فإن $ك_٢ \times ف_٢ = ٣٠٠$.

كيف يتم حل المشكلة؟

لإعادة التوازن فإن $ك_١ \times ف_١$ ينبغي أن تساوي $ك_٢ \times ف_٢$

$٣٠ \times ١٥ = ك_٢ \times ٥$.

$\therefore ك_٢ = ٦٠$جم

وهذا أمر بديهي فطالما أن ف١ ضعف ف٢، فإن ك٢ ينبغي أن تكون ضعف ك١ بحكم أن العلاقة علاقة تناسب عكسي.

٣- بالمثل، عندما تكون ك١ $\neq$ ك٢، ولكن ف١ = ف٢ وليس لدينا صنج أخرى لإعادة التوازن، فإن الأمر يستلزم تغيير المسافات.

نفترض أن $ك_1$ = ٣٠ جم، $ك_2$ = ٥٠ جم بينما $ف_1$ = $ف_2$ = ٥٠ سم.

بتطبيق المعادلة

$ك_1 \times ف_1 = ك_2 \times ف_2$

$٣٠ \times ٥٠ = ٦٠ \times ف_2$

إذن $ف_2$ = ٢٥ سم.

وهذا أمر بديهي أيضًا، فطالما أن ك٢ ضعف ك١؛ فإنه لكي يكون هناك اتزان للرافعة ينبغي أن تكون ف١ ضعف ف٢ بحكم أن العلاقة علاقة تناسب عكسي.

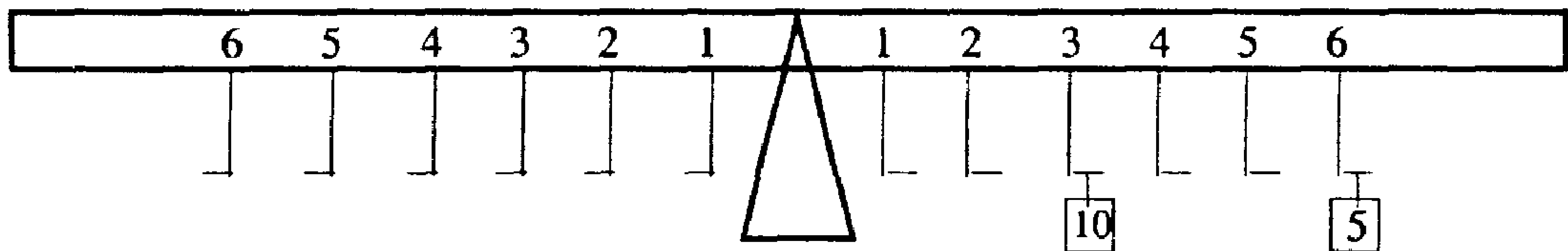
٤- هذه العلاقة (ك١ × ف١ = ل٢ × ف٢) ينبغي تعميمها؛ بحيث تصبح على النحو التالى:

حاصل ضرب مجموع الكتل والمسافات في الجانب الأيمن = حاصل ضرب مجموع الكتل والمسافات في الجانب الأيسر.

لماذا نقوم بتعميم المعادلة على هذا النحو؟

لأنه قد يحدث أن نقوم بتعليق كتلتين في الجانب الأيمن كل منهما على مسافة مختلفة من محور الارتكاز عن الأخرى. الأمر إذن يحتاج إلى إيجاد محصلة الكتل في المسافات في الجانب الأيمن حتى نقرر ما سنقوم بعمله على الجانب الأيسر.

فلننظر في الشكل التالي ونقوم بفحصه(*).



هذا الشكل كان جزءًا من مهمة قدمها جود لطلاب جامعين، حيث قدم لهم الموقف كما يلي متبوعًا بسؤال: وضعت كتلة قدرها عشر وحدات على مسافة ثلاث وحدات من محور الارتكاز، وكتلة أخرى قدرها خمس وحدات على مسافة

(*) (Good, 1977, pp. 101 - 102)

ست وحدات من محور الارتكاز من نفس الجهة (الجانب الأيمن من الرافعة). فإذا كانت لدينا كتلة قدرها عشرون وحدة، فأين نضعها في الجانب الأيسر من الرافعة حتي يعود الاتزان؟ (الإجابة الصحيحة هي ثلاث وحدات كما سنوضح فيما بعد). الغريب في الأمر أن نسبة لم تتجاوز عشرين بالمائة من أفراد العينة التي عددها تسعون طالبًا هم الذين قدموا الإجابة الصحيحة.

ما هو المطلوب في مثل هذه الحالة لتقديم الإجابة الصحيحة؟ المطلوب أن يدرك الطالب مفاهيميًا أن حاصل ضرب الكتل في المسافات على الجانب الأيمن ينبغي أن يكون مساويًا لحاصل ضرب الكتل في المسافات على الجانب الأيسر.

فإذا طبقنا ذلك على الموقف المبين أعلاه:

في الجانب الأيمن كتلتان $ك_١$ = ١٠ وحدات، $ك_٢$ = ٥ وحدات.

أيضًا هناك مسافتان $ف_١$ = ٣ وحدات، $ف_٢$ = ٦ وحدات.

في الجانب الأيسر توجد كتلة واحدة هى $ك_٣$ = ٢٠ وحدة، أما $ف_٣$ فهي مجهولة. فلنقم الآن بحساب محصلة الكتل والمسافات في الجانب الأيمن ($ك_١$ × $ف_١$ + $ك_٢$ × $ف_٢$) نجدها = ١٠ × ٣ + ٥ × ٦ = ٦٠.

على الجانب الأيسر توجد كتلة واحدة ك٣ = ٢٠، أما $ف_٣$ فغير معروفة، ولكن حاصل ضرب $ك_٣$ × $ف_٣$ ينبغي أن يكون مساويًا ٦٠ حتى يحدث الاتزان ثانية.

إذن ٢٠ × $ف_٣$ = ٦٠.

إذن $ف_٣$ = ٣ وحدات.

وهذا يعني أنه ينبغي أن تكون المسافة التي توضع عندها الكتلة ٢٠ على بعد ثلاث وحدات من محور الارتكاز حتى يحدث الاتزان للرافعة.

قد يبدو التوضيح الذي عرضناه هنا توضيحًا رياضيًّا، ولكن الأمر يتجاوز ذلك. فالتفكير التناسبي هو جزء أساسي من البنية العقلية للمفكر الشكلي. فقد يكون لدينا طالب جامعي لا يستطيع التعامل مع هذا الموقف، إذن هو غير قادر على ممارسة التفكير التناسبي، بينما قد يكون لدينا شخص لم يتلقَّ إلا قدرًا

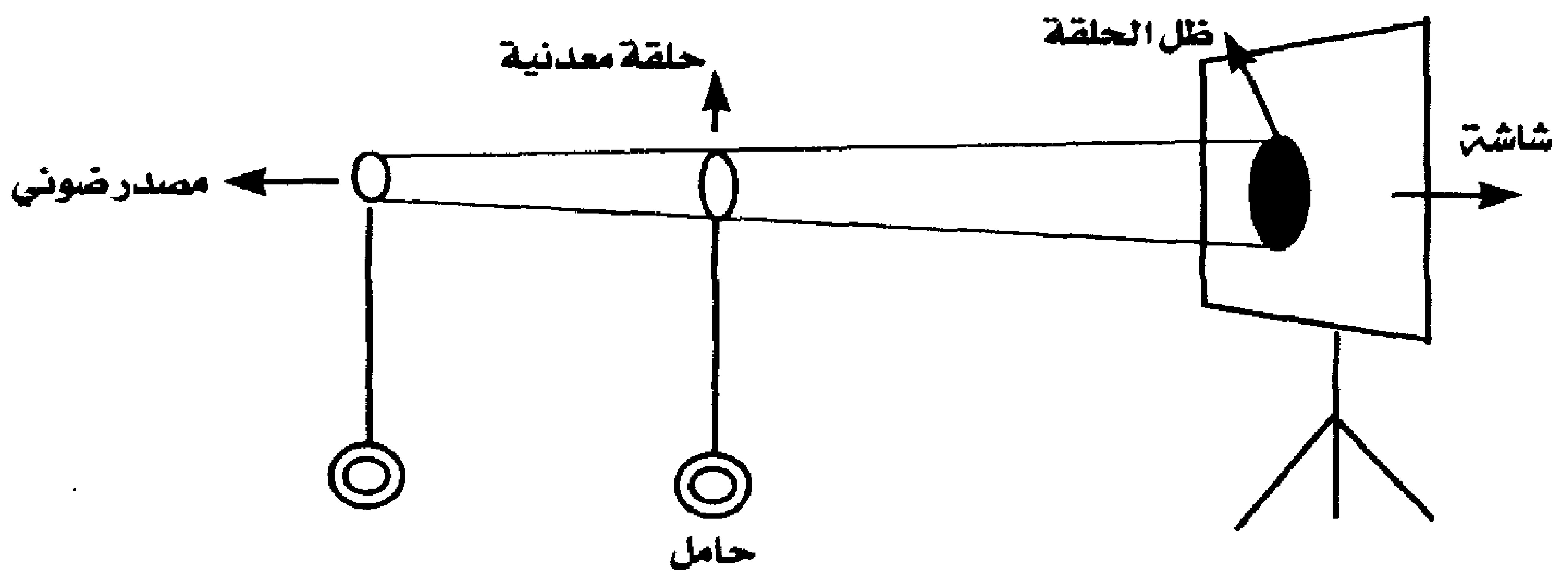
محدودًا من التعليم الرسمي، ولكنه يستطيع أن يتعامل مع الموقف ويستكشف طبيعة العلاقة بين الكتلة والمسافة دون أن يكون من الضروري وضعها في شكل معادلة. في هذه الحالة فهذا الشخص قادر على ممارسة التفكير التناسبي.

على أية حال، فإن النتائج التي توصلت إليها إنهلدر وبياجيه أوضحت أن الأطفال في سن السابعة والثامنة يكونون غير قادرين على فهم طبيعة العلاقة بين الكتلة والمسافة ماعدا عددًا محددًا منهم. يتطور الأمر حتى إذا وصلوا إلى سن العاشرة، فإنهم يكونون قادرين على التعامل مع الموقف عندما تكون الكتل متساوية والمسافات غير متساوية، والعكس أيضًا، أي تكون المسافات متساوية والكتل غير متساوية. أما فيما يتصل بتطور القدرة على التنسيق بين الكتل غير المتساوية والمسافات غير المتساوية، فإن الأمر يحتاج إلى ثلاث سنوات أخرى (أي عندما يبلغ الطفل الثالثة عشرة تقريبًا)، حيث يستطيع الأطفال في تلك المرحلة اكتشاف فكرة التناسب العكسي التي تحكم قانون الاتزان في الروافع، بطبيعة الحال، فإن هذه التقديرات العمرية ينبغي التعامل معها بحذر طالما أن هناك دراسات أخرى، مثل دراسة جود السابق الإشارة عليها، توضح أن الأفراد في مراحل عمرية أكبر غير قادرين على التعامل مع مثل هذه المواقف.

وقد أطلقت إنهلدر وبياجيه على قانون الاتزان الخاص بالميزان ذي الذراع الواحدة «قانون الاتزان الديناميكي».

المهمة الثالثة: إسقاط الظلال: الاتزان الإستاتيكي:

لدراسة تطور مخططات التناسب لدى الأطفال من منظور إستاتيكي، فإن إنهلدر وبياجيه قد استخدما أداة إسقاط الظلال الموضحة أدناه:



قبل أن نوضح المهمة التي قامت بها إنهلدر وبياجيه لدراسة تطور التفكير التناسبي لدى الأطفال باستخدام أداة إسقاط الظلال، فإنه يجدر بنا أن نسترجع بعض الأمور وذلك حتى يتسنى لنا فهم طبيعة المهمة بشكل مبسط:

١- ما تم عرضه في الجزء الخاص بإسقاط الظلال في الهندسة الإسقاطية وقدرة الطفل على تخيل شكل الظل المتكون (باعتبار أن الظل يتكون نتيجة وجود حاجز أو جسم ما في طريق الأشعة الضوئية).

٢- أن يكون على بينة بمعنى علاقات التناسب العكسي والتناسب الطردي التي سبق عرضها في أكثر من موضع.

٣- أن يكون على فهم بمعنى المتغيرات بأنواعها (المتغيرات المستقلة والمتغيرات التابعة).

الأداة المبينة تتكون ببساطة من مصدر ضوئي وشاشة بينهما حامل يمكن أن توضع عليه حلقات معدنية بأقطار مختلفة، كما أن الحامل نفسه يمكن تحريكه اقترابًا وابتعادًا عن المصدر الضوئي (ومن ثم ابتعادًا واقترابًا من الشاشة). عندما توضع حلقة معدنية على الحامل ويضاء المصدر الضوئي -يتكون ظل على الشاشة؛ نظرًا لأن الحلقة المعدنية قد حجبت بعضًا من الأشعة الضوئية. مساحة الظل المتكونة على الشاشة يمكن أن تزداد لو قمنا بتغيير الحلقة المعدنية؛ بحيث أصبح حجمها أكبر، كما أنها يمكن أن تقِل لو قمنا باستخدام حلقة معدنية أصغر. (لاحظ أننا هنا لم نقم بتحريك الحامل من مكانه) أي أن المسافة بين الحلقة المعدنية وكل من المصدر الضوئي والشاشة تبقى ثابتة.

ما الذي يعنيه ذلك؟

مساحة الظل المتكون على الشاشة (متغير تابع) تتناسب طرديًا مع قُطر الحلقة المعدنية (متغير مستقل) وذلك عند تثبيت الحامل في موضعه.

فلنقم بالتعامل مع المهمة من منظور آخر، وذلك بتثبيت الحلقة المعدنية، فلا نقم بتغييرها، ثم نضيء المصباح فيتكون ظل للحلقة على الشاشة. عندئذ نقوم بتقريب

الحامل من المصـدر الضوئي (أي إبعاده عن الشاشـة) فتزداد مسـاحة الظل المتكونة على الشاشة! لماذا؟ لأن الحلقة في هذه الحالة سوف تقطـع مقداراً أكبر من الأشعة الضوئية، ومن ثم تزداد مساحة الظل (شريطة تثبيت الحلقة وعدم تغييرها).

ما الذي يعنيه ذلك؟

مـساحـة الظل المتكونة على الشاشـة تتناسب عكسـيًا مع المسـافة بين المصـدر الضوئي والحلقة، وذلك عند تثبيت الحلقة نفسها.

أي أنه كلما اقتربت الحلقة من المصدر الضـوئي، فإن مساحة الظل تكون أكبر. ولكن اقتراب الحلقـة المعدنية من المصدر الضوئي هو في نفس الوقت ابتـعاد لهذه الحلقة عن الشـاشة. أي أن المسافـة بين الشاشة والحلقـة تزداد، وهو ما يؤدي إلى زيادة مساحة الحلقة.

إذن، يمكن التعبير عن العلاقة السابقة بشكل آخر:

مساحة الظل المـتكون على الشاشة تتناسب تناسبًا طرديًا مع المسـافة بين الشاشة والحلقة عند ثبوت قطر الحلقة.

علينا أن نلاحظ هنا أن لدينا في هذا الموقف مـتغيـرين مستـقلين (قطر الحلقة، وبُعدها عن المصدر الضوئي أو الشاشة) ومتـغيرًا تابعًا (هو مساحة الظل المتكون). وعندما نمارس التفكيـر المنظم باستخدام المتغيـرات في هذا الموقف، فمن الضروري أن نقوم بتثبيت متغير من المتغيرين المستقلين، ونقوم بتغيير قيم المتغير المستقل الآخر لدراسة أثر هذا التغيير على مساحة الظل المتكون.

فمثلاً، عندمـا ندرس تأثر قطر الحلقة على مساحة الظل المتكون، ينبـغي تثبيت المسافـة بين الحامل وبين المصـدر الضوئي (ومن ثم الشـاشة) ثم نقـوم باستـخدام حلقات مـعدنية ذات أقطار مـختلفة، وفي كـل مرة نرى ما يحـدث للظل، حتى نتـوصل إلى العلاقـة بين مسـاحة الظل وقطـر الحلقة (تناسب طردي) عند ثبـوت المسافة.

وعندما ندرس تأثير المسافة بين الحلقة والمصدر (أو بين الحلقة والشاشة، فالأمر واحد) فإننا نقوم بتثبيت قطر الحلقة ولكن نغير من المسافة بين الحامل والمصدر اقترابًا من المصدر (يقابله ابتعاد عن الشاشة) وابتعادًا عن المصدر(يقابله اقتراب من الشاشة) لنرى تأثير ذلك على مساحة الظل المتكونة.

ما هو القانون المطلوب اكتشافه، إذن، من وراء تنفيذ هذه المهمة؟

مطلوب من الطفل أن يكتشف أن مقدار (مساحة) الظل المتكون على الشاشة (عند إضاءة المصباح) يتناسب طرديًّا مع قطر (مساحة) الحلقة عند ثبوت المسافة، وعكسيًّا مع المسافة بين الحلقة والمصدر (أو طرديًّا مع المسافة بين الحلقة والشاشة) عند ثبوت قطر الحلقة.

كيف يمكن تنفيذ المهمة؟

١- الأداة المستخدمة تم توضيحها، الطفل أمامه مجموعة من الحلقات المعدنية ذات أقطار مختلفة، الحامل يمكن تحريكه اقترابًا أو ابتعادًا عن المصدر الضوئي.

٢- توضع إحدى الحلقات المعدنية على الحامل وتتم إضاءة المصدر الضوئي فيتكون ظل للحلقة على الشاشة.

٣- يطلب المجرب من الطفل أن يستخدم حلقات معدنية أخرى للحصول على نفس مقدار الظل المتكون على الشاشة.

٤- يقوم الطفل برسم حدود الظل على الشاشة حتى يعرف مقداره.

٥- يستخدم الطفل حلقات معدنية أخرى (فتكون أكبر أو أصغر من الحلقة الأولى)، وتتم إضاءة المصباح، ومن ثم تحريك الحامل قربًا من المصدر أو بعدًا عنه، حتى يتكون ظل له نفس المساحة التي كانت في المرة الأولى.

٦- يتم إجراء نفس الخطوات باستخدام حلقات معدنية أخرى ذات أقطار مختلفة.

المطلوب من الطفل هنا أن يكتشف أنه كلما كان قطر الحلقة صغيرًا، فمطلوب تحريكها لنقترب من المصدر الضوئي حتى تكون مساحة الظل واحدة، وكلما كان

قطر الحلقة كبيرًا فمطلوب إبعاد الحلقة عن المصدر الضوئي حتى يبقى مقدار الظل كما هو.

تتواصل المهمة بأن يطلب المجرب من الطفل أن يتنبأ بمساحة الظل المتكونة عندما نبقي الحامل في مكانه مع إحلال حلقة معدنية أصغر محل الحلقة الأولى، وكذلك عند إحلال حلقة معدنية أكبر محل الحلقة الأولى. مطلوب من الطفل هنا أن يكتشف أن مقدار الظل يزداد كلما زاد قطر الحلقة. فهو يتنبأ ثم يقوم بالإجراء العقلي عددًا من المرات ليكتشف في النهاية علاقة التناسب الطردي بين مساحة الظل وقطر الحلقة.

أيضًا، ويطلب من الطفل أن يتنبأ بمقدار (مساحة) الظل المتكون إذا ما أبقينا على الحلقة دون تغيير ولكن حركنا الحامل قربًا من المصدر الضوئي أو ابتعادًا عنه. عندئذ يقوم الطفل بالتجريب الفعلي ليكتشف علاقة التناسب العكسي بين مقدار الظل المتكون وبين بعد الحامل عن المصدر الضوئي (أو علاقة التناسب الطردي بين مقدار الظل المتكون وبين بعد الحامل عن الشاشة).

ما الذي تقوله النتائج التي توصلت إليها إنهلدر و بياجيه من هذه المهمة؟

١- عند سن الثانية عشرة أو الثالثة عشرة، وهي مرحلة العمليات الشكلية المبكرة أو (٣أ كما يطلقان عليها) يستطيع الأطفال حساب العلاقة التناسبية الصحيحة بين أقطار الحلقات وبين بُعد تلك الحلقات عن مصدر الضوء (وذلك حتى تتكون ظلال لها نفس المساحة على الشاشة). فهم يدركون أن الحلقة ذات القطر الأكبر ينبغي أن تكون على مسافة من المصدر أبعد من المسافة التي توضع عندها الحلقة الأصغر، وذلك حتى يتكون ظِلاَّن متساويان على الشاشة.

٢- في مرحلة تالية متأخرة بمقدار عامين عن المرحلة (٣ أ) (ويطلقان عليها ٣ ب) يصبح لدى هؤلاء الفتيان القدرة على تعميم قانون التناسبات على كل التوافيق الممكنة بين قطر الحلقة وبين بعدها عن المصدر الضوئي (أو عن الشاشة). بمعنى آخر، فإنهم يدركون في هذه المرحلة أن هناك علاقة تناسب عكسي بين مقدار

الظل المتكون على الشاشة وبين بعد الحلقة عن المصدر الضوئي. كما يدركون أيضًا أن هناك علاقة تناسب طردي بين مقدار الظل المتكون وبين قطر الحلقة.

مثل هذه العلاقة يمكن استخدامها في التنبؤ Predicting بالمسافة التي ينبغي أن تبعدها حلقة معينة (ف٢) ذات نصف قطر معروف (نق٢) حتى تكون مساحة الظل المتكونة على الشاشة مساوية لمساحة الظل المتكونة باستخدام حلقة نصف قطرها نق١ موضوعة على مسافة ف١ من المصدر الضوئي. العلاقة المستخدمة هنا هي نق١ × ف٢ = نق٢ × ف١.

وبناء عليه، لو افترضنا أن لدينا حلقة نصف قطرها نق١ = ١٠ سم وبُعدها عن المصدر (ف١) = ١٠ سم، ولدينا حلقة ثابتة نصف قطرها نق٢ = ٢٠سم، فما هي المسافة التي توضع عندها (ف٢) حتى تعطينا نفس المقدار من الظل؟

نق١ × ف٢ = نق٢ × ف١

١٠ × ف٢ = ٢٠ × ١٠.

∴ ف٢ = ٢٠ سم.

إن هذا يعني أن الحلقة الأكبر تحتاج إلى أن توضع على مسافة من المصدر الضوئي أبعد من تلك التي توضع عندها الحلقة الأصغر، وذلك حتى ينتج لدينا نفس المقدار من الظل. العلاقة هنا هي علاقة تناسب طردي بين نصف قطر الحلقة وبين بعدها عن المصدر الضوئي، وذلك لتكوين نفس المساحة من الظل.

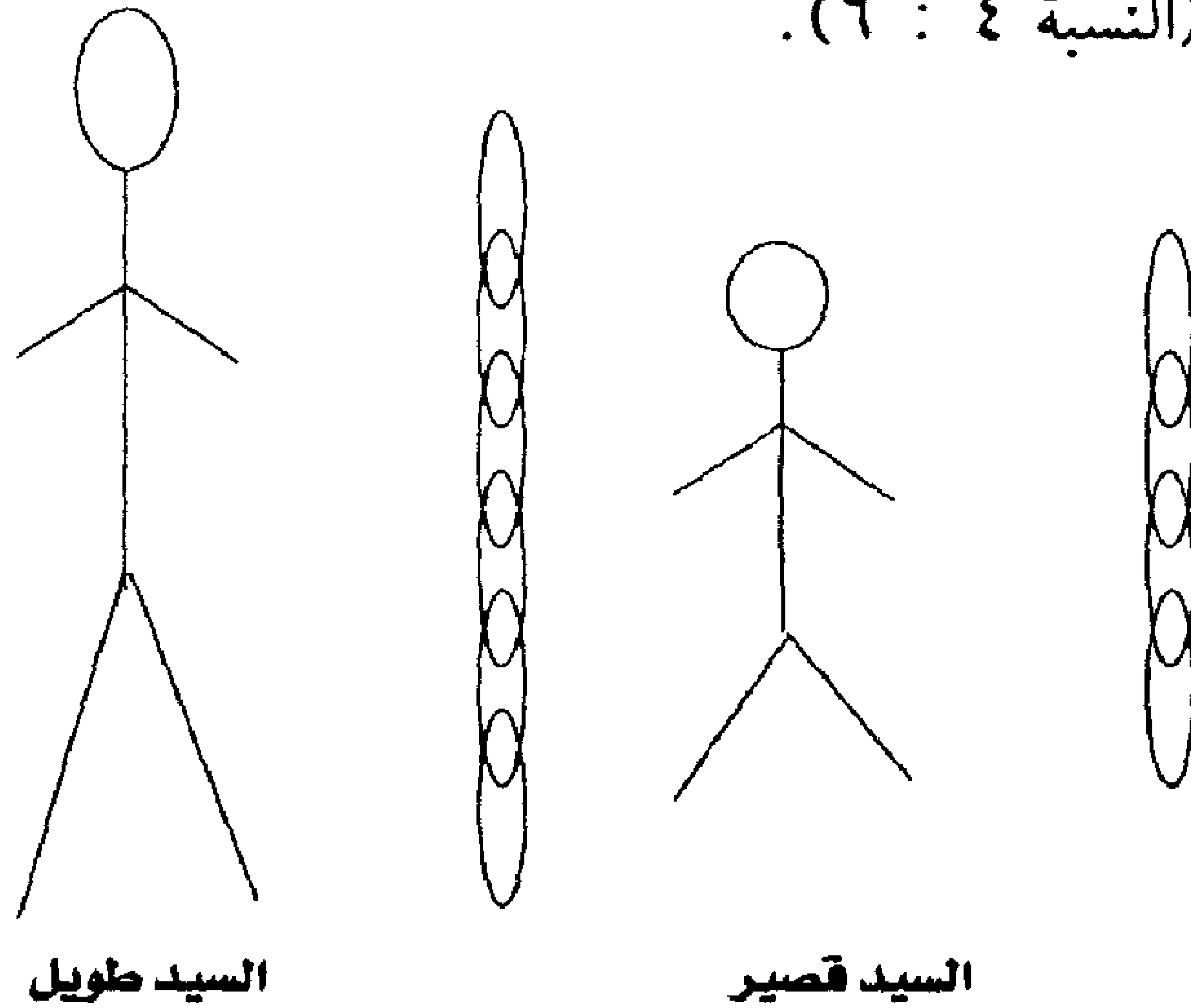
لعله قد أصبح من الواضح لدينا أهمية الاستيعاب المفاهيمي لعلاقات التناسب الطردي والعكسي والوصول إليها بشكل استنتاجي. علينا أن نتخيل الحالة العقلية التي يكون عليها أبناؤنا عندما يمارسون التفكير التناسبي بالكيفية التي أوضحناها في الصفحات السابقة، والتي سنشير إلى المزيد منها أيضًا.

نود في نهاية هذه المهمة الإشارة إلى أن استخدام إنهلدر و بياجيه لمصطلح «الاتزان الإستياتيكي» عند وصف هذه المهمة هو أن هذه المهمة معنية بالظلال وليس بأشياء ثلاثية البعد.

المهمة الرابعة: القصير والطويل:

دراسة ممتعة أخرى وبسيطة في نفس الوقت أجراها كاربلس وبيترصن (Karplus and Peterson, 1973) لقياس قدرة الأفراد على ممارسة التفكير التناسبي. وقد استهدفت الدراسة تعرف نسبة المراهقين والكبار القادرين على ممارسة التفكير التناسبي بحسبان ذلك أحد مؤشرات دخولهم مرحلة العمليات الشكلية. وقد أُجريت الدراسة على عدد ٧٢٧ فردًا في مناطق حضرية وريفية تراوحت أعمارهم بين التاسعة والثامنة عشرة.

تضمنت المهمة قياس طول شكلين على هيئة رجلين، أحدهما قصير (السيد قصير) والآخر طويل (السيد طويل)، وذلك باستخدام مشابك ورق كبيرة، ومن ثم إيجاد النسبة بين طولي الرجلين. وكان طول القصير أربعة مشابك والطويل ستة مشابك (النسبة ٤ : ٦).



السيد طويل السيد قصير

بعد قيام المفحوص بقياس طول الشكلين باستخدام المشابك الكبيرة، كان يطلب منه أن يقوم بقياس طول السيد قصير باستخدام مشابك ورق صغيرة موجودة معه.

عندئذ يتم تقديم ثلاثة أسئلة لكل فرد، هي:

١- ما طول هذا الشكل (القصير) مقيسًا بمشابك الورق الصغيرة؟

٢- تنبأ بطول الشكل الآخر (الطويل) إذا ما تم قياسه باستخدام مشابك الورق الصغيرة؟

٣- وضح الكيفية التي توصلت بها إلى التنبؤ الذي قمت به؟

ما الذي أشارت إليه نتائج الدراسة؟

قام الباحثان بتصنيف استجابات الطلاب (٧٢٧) في سبع فئات هي:

١- طلاب لا يستطيعون تقديم شرح أو توضيح لما يقومون بعمله.

٢- طلاب لايستخدمون البيانات التي حصلوا عليها في تقديم الشرح.

٣- طلاب يستخدمون كل البيانات الموجودة كيفما اتفق وبأسلوب غير منطقي.

٤- طلاب يستخدمون كل البيانات الموجودة ولكنهم يقومون فقط بعمليات جمع وطرح ولا يستخدمون النسب أو التناسبات.

٥- طلاب يقومون بعمل تغييرات في مقاييس الرسم (النظام الدرجي) المستخدمة وذلك أثناء محاولاتهم التنبؤ (بعدد المشابك المطلوبة لقياس طول السيد طويل) ولكن مقياس الرسم المتضمن في المشكلة ككل يتم تجاهله.

٦- طلاب يقومون بمضاعفة عدد المشابك الصغيرة عندما يطلب منهم التنبؤ بعدد المشابك المطلوبة لقياس طول السيد طويل.

٧- طلاب يقومون باستخدام تناسبات مختلفة.

وقد أوضحت النتائج أن معظم الطلاب يقعون في الفئات ٢، ٤، ٥.

ما الذي يعنيه ذلك بالنسبة لنا كمعلمين وكآباء؟

إننا لو فحصنا المهمة السابقة وما سبقها من مهمات فإننا نجد أن الأدوات المستخدمة فيها كانت واقعية وحسية وملموسة، ومع ذلك فإن العملية (أو العمليات) العقلية المطلوب ممارستها تنتمي إلى مرحلة العمليات الشكلية.

فنحن في هذه المهمات استخدمنا التفكير التناسبي بما يحتاجه من استيعاب مفاهيمي لعلاقات التناسب الطردي والعكسي وللتفكير المنظم باستخدام المتغيرات، وللتفكير الانعكاسي.

إن هذه المهمات تتطلب منا كمعلمين للعلوم والرياضيات وكآباء أن نكون على وعي بالمتطلبات العقلية اللازمة لتعلم المفاهيم التي تقدم للطلاب، فإذا كانت تتطلب مثلاً، قدرة على ممارسة التفكير التناسبي فإنه ينبغي علينا أن نكون متأكدين من أن المتعلمين تتوافر لديهم هذه القدرة، وإلا فإن عملية التعلم لن تكون أكثر من حفظ وترديد لما يتضمنه الكتاب.

خاتمة:

تضمنت الصفحات السابقة عرضًا للكيفية التي يتطور بها التفكير التناسبي من الطفولة إلى المراهقة. واتضح لنا أن الفرد لكي يمارس التفكير التناسبي بشكل إجرائي وليس كمجرد ترديد روتيني، فإنه ينبغي أن يكون متمكنًا من مفاهيم مثل: التناسب الطردي والتناسب العكسي والانعكاسية والمتغيرات. كما أنه ينبغي أن يكون قادرًا على ممارسة التفكير المنظم باستخدام المتغيرات، وقد أوضحت لنا النتائج أن الفرد في معظم الحالات لا يستطيع ممارسة التفكير التناسبي بشكل إجرائي قبل سن الخامسة عشرة.

ملاحظة مهمة ينبغي أن نوردها هنا هي أن المهمات المشار إليها في الصفحات السابقة كانت تتضمن تقصي قدرة الأطفال (والمراهقين) على ممارسة التفكير التناسبي بشكل إجرائي، وذلك من خلال تتبع مدى استيعابهم المفاهيمي لعلاقات التناسب الطردي والعكسي البسيط، فكانت المهمة، مثلاً، تتطلب تتبع مدى قدرة الطفل على إدراك أن الكتلة تتناسب عكسيًا مع المسافة، في مهمة الميزان ذي الذراع الواحدة، بمعنى أنه ينبغي تحريك الكتلة الأكبر إلى الداخل لتقترب من محور الارتكاز حتى يعود الاتزان للذراع. كما وجدنا أيضًا، في مهمة إسقاط الظلال، أن مقدار (مساحة) الظل المتكون على الشاشة تتناسب طرديًا مع قطر الحلقة عند تثبيت المسافة، بمعنى أن مساحة الظل تزداد بازدياد قطر الحلقة وتقل بنقص قطر الحلقة.

إن علاقات التناسب الطردي أو العكسي في هذه الحالات كانت مباشرة وبسيطة. ولكن هل يكون الأمر كذلك في كل الحالات؟ توضح إنهلدر و بياجيه (Inhelder and Piadet, 1955) أن بنية (أو مخطط) التناسبات تتضمن دائمًا عنصر

التعـويض أو المعادلة Compensation. فلكي نحافظ على التـساوي (الاتزان) في علاقة تناسبية، شاكلة $\frac{أ}{ب} = \frac{أ'}{ب'}$ ، فـإن ذلك يستلزم أنه عند حدوث تغيير في قيم عامل (متغير) ما من العوامل المتضمنة في المعادلة، فإنه ينبغي أن يحدث تغيير في قيم عامل (مـتغير) آخر في المعادلة (يكون عـادة في الطرف الآخر) حتى تظل حالة التساوي بين طرفي المعادلة باقية كما هي.

أما في التـجارب والممارسات الفـعلية في العلوم والرياضيات، فـإن الأمر ليس دائمًا على هذا القدر من البساطة والمباشرة، وإنما يكون التعويض أكثر تعقيدًا؛ لأن العلاقات بين المتغيـرات المتضمنة قد أصبحت أكثر تعقيـدًا. فعلى سبيل المثال، إذا قلنا: إن الناتج (أ) (المتغير التابع) يدخل ضمن العلاقة التالية:

$$أ = \left(\frac{س}{ص}\right)^{\frac{1}{2}} - 1$$

فإننا في هذه الحالة لا نستطيع أن نقول: إن (أ) تتناسب طرديًا مع (س) وتتناسب عكسيًا مع (ص). كما كنا نقول في المهـمات السابقة. هنا نجد الأس ($\frac{1}{2}$) ونجد المطروح منه (-١). إن ذلك يعني أن الإبقـاء على (أ) مقدارًا ثابتًـا عند تغييـر قيم أحد العاملين (س أو ص) يتطلب إحـداث تغيير في قيم المتغـير الآخر ولكن ليس على شاكلة التـغيرات البـسيطة المباشرة التي كنـا نجدها في المهمات المعـروضة في الصفحات الســابقة. وهو مما يزيد الأمور تعقيدًا؛ لذا فإن تـنمية قدرة الطفل على التفكير التناسبي بشكل إجرائي تعـد متطلبًا أساسيًا لحياة عقلية متـميزة، خصوصًا فيما يتعلق بالقابليات العلمية والرياضية.

إن التفكير الإجـرائي الشكلي أو المجرد هو بمثابة مرآة تعـكس قدرة الفرد على تحديد كل العـوامل (المتغيـرات) المستقلة، المحـتمل أن تكون مؤثرة في مـوقف ما (متغير تابع)، وتحديد درجة تأثير كل عامل من هذه العوامل بشكل كمي. كما أن هذا المستوى من التفكير يمكّن الفـرد من الاحتفاظ بنظام ما في حالة اتزان، وذلك من خلال القيام بسلسلة من التعويضات أو المعادلات.

ما هي الدروس المستفادة بالنسـبة لنا كمعلمين وكآباء من دراسة متعـمقة لمفهوم التناسبات (وغيره من المفاهيم الأخرى)؟

١- يمكننا تحليل المفـاهيم المتضمنة فـي كتب العلوم والرياضيـات لمعرفـة المتطلبات العقلية اللازم توافرها لدى المتعلم، حتى يـستطيع اكتساب تلك المفاهيم بشكل إجرائي وليس كمجرد معلومات يتم حفظها وتدريبات روتينية يتم إجراؤها.

٢- يمكننا باستخدام مـهمات بسيطة كالموضحة هنا، تعـرف مدى توافر مخططات التناسبات لدى المتعلمين.

٣- يتمكن المعلم من وضع يده على تلك المشكلات التي تواجـه المتعلمين وتجعلهم غيـر قادرين على استيـعاب بعض المفاهيم العلمـية والرياضية، فـقد لا تكون الصعوبة راجـعة إلى نقص في ذكاء المتعلمين أو إلى إهمـال من جانبهم، وإنما إلى عدم بلوغهم المـستوى العقلي الذي يمكِّنهم من التـعامل الإجرائي مع هذه المفاهيم.

٤- يمكن للمـعلمين والآباء توفـير ألوان من الأنشطة والخـبـرات التي تساعـد في الإسراع بعملية النمو العقلي من المرحلة العملياتية الحسية إلى مرحلة العمليات الشكلية، رغم تحفظات بياجيه على إمكانية التعجيل هذه.

***

ثالثًا: الارتباطات

Correlations

نحن هنا لا نتجه بعيدًا عن علاقات التناسب التي تناولناها في الصفحات السابقة وإنما نستكملها، أو بالأحرى نتعامل مع هذه العلاقات من زاوية أخرى. بمعنى آخر، فإن الأسئلة التي كنا نطرحها في المهمات الخاصة بعلاقات التناسب يمكن طرحها بطريقة أخرى تعبر عن مدى الارتباط Correlations بين (المتغيرات) المتضمنة في الموقف. مثلاً، في الصفحات السابقة كنا نتساءل عن علاقة التناسب (طردي أو عكسي) المحتملة بين مساحة الظل المتكونة وبين قطر الحلقة. وعندما نطرح التساؤل هنا من زاوية الارتباطات، فإنه قد يكون على النحو التالي: هل هناك علاقة ارتباطية بين مقدار الظل المتكون على الشاشة وبين قطر الحلقة المعدنية؟ الإجابة على مثل هذا التساؤل سوف توضح لنا أمرين:

الأول: وجود هذه العلاقة أو غيابها.

الثاني: طبيعة هذه العلاقة (إن وجدت)، أي: هل هي علاقة تناسب طردي أم عكسي؟

إن هذا يعني أن علاقات التناسب تعد جزءًا أساسيًّا أصيلاً في فكرة الارتباطات، فلا يمكن أن نفكر في وجود ارتباطات معينة بين مجموعة من العوامل (المتغيرات) دون أن يكون هناك تحديد لطبيعة هذه العلاقة الارتباطية (تناسب عكسي أم طردي).

وفيما يتصل بالأمر الأول (وجود العلاقة أو غيابها)، فإن فردًا ما يمكن أن يطرح تساؤلاً ما، مهما بدا غريبًا، مثل: هل هناك علاقة بين لون الحلقة المعدنية ومقدار الظل المتكون على الشاشة؟

التساؤل، وإن بدا غريبًا، فإنه يستلزم استخدام عدد من الحلقات المعدنية قطرها واحد وبُعدها عن المصدر الضوئي واحد، وألوانها مختلفة، ثم حساب مقدار الظل

المتكون على الشاشة في كل حالة. هنا سوف توضح لنا التجارب أنه لا توجد علاقة ارتباطية بين مساحة الظل المتكون على الشاشة ولون الحلقة المعدنية، وبالتالي لا توجد علاقة تناسب؛ لأنه لا توجد علاقة ارتباطية أصلاً. وهذا يعني أننا نبدأ في البحث في علاقات التناسب عندما نتأكد من وجود علاقة ارتباطية بين متغيرين (مستقل وتابع).

لتقصي مدى فهم الأطفال لفكرة الارتباطات، فإن إنهلدر وبياجية (Inhelder and Piaget,1955) قد قاما بإجراء مهمة بسيطة لتعرف مدى قدرة الأطفال على التعامل مع فكرة الارتباطات، وبالتالي فكرة الاحتمالات Probability. في هذه المهمة ثم استخدام أربعين بطاقة ملونة، مصنفة على النحو التالي:

١- عشرة بطاقات لأطفال عيونهم زرقاء وشعرهم أشقر.

٢- عشرة بطاقات لأطفال عيونهم زرقاء وشعرهم بني.

٣- عشرة بطاقات لأطفال عيونهم بنية وشعرهم أشقر.

٤- عشرة بطاقات لأطفال عيونهم بنية وشعرهم بني.

السؤال البسيط الذي يقدم للطفل (أو المراهق) هو: هل توجد علاقة بين لون العيون ولون الشعر؟ بمعنى آخر: هل يمكن التنبؤ بلون شعر طفل مولود عيونه زرقاء (مثلاً)؟

السؤال يقيس قدرة الطفل على استخدام فكرة الارتباطات إجرائيًّا، وفي نفس الوقت يتعامل مع مفهوم الاحتمالات. الإجابة على هذا التساؤل هي أن العلاقة الارتباطية بين لون العين ولون الشعر = صفر، طالما أن الفرص متساوية بنفس القدر لكل الأطفال. بينما احتمالية التنبؤ بلون شعر طفل مولود عيونه زرقاء فهي ٥٠٪، بمعنى أن الفرصة في أن يكون لون الشعر بنيًّا أو أشقر متساوية.

لو أن الموقف طرح بطريقة أخرى لاختلفت طريقة التعامل معه. فلو كان لدنيا خمس بطاقات لأطفال عيونهم زرقاء وشعرهم بني من بين أربعين بطاقة، فإن فرصة حصول الفرد على بطاقة لطفل عيونه زرقاء وشعره بني هي ٥: ٤٠ أي ١:

٨، أي أنه من بين كل ثمان بطاقات هناك فرصة أن نجد بطاقة واحدة لطفل عيونه زرقاء وشعره نبي.

لتوضيح الإطار المفاهيمي لمثل هذه المهمة، فإنه يمكننا القول: إنه لو كانت لدينا مجموعات من البطاقات : أ = ١٠، ب = ١٠، جـ = ١٠، د = ١٠، فإن ذلك يعني أن العلاقة الارتباطية بين لون العيون ولون الشعر = صفر.

أما إذا كانت أ = ٤، ب = صفر، جـ = صفر، د = ٤، فإن ذلك يعني أن معامل الارتباط = ١، بمعنى أن كل طفل لونه عيونه أزرق فإن لون شعره يكون أشقر، وكل طفل لون عيونه بني يكون لون شعره بنيًّا. العلاقة الارتباطية واضح أنها تامة.

حالة أخرى تكون المجموعات فيها على النحو التالي: أ = ٤، ب = ٢، جـ = ٢، د = ٤. في هذه الحالة، فإن معامل الارتباط = ٣٣٣, ٠ (سنوضح طريقة الحساب فيما بعد). وهذا يعني أن العلاقة الارتباطية بين لون العيون ولون الشعر ليست علاقة تامة.

إننا هنا أمام ثلاثة احتمالات:

١- ألا تكون هناك علاقة ارتباطية على الإطلاق بين لون العيون ولون الشعر. أي: ∫ = صفر.

٢- أن تكون هناك علاقة ارتباطية كاملة بين لون العيون ولون الشعر. أي س = ١.

٣- أن تكون علاقة ارتباطية محتملة إلى حد ما بين لون العيون ولون الشعر. أي : ∫ = ٣٣٣, ٠ (مثلاً).

اهتمت إنهلدر وبياجيه بفحص نتائج المقابلات مع المفحوصين وذلك من منظور «المنطق الافتراضي» Propositional Logic الذي يمثل معلمًا أساسيًّا ومهمًّا من معالم التفكير العملياتي الشكلي. فلنأخذ مثالاً يوضح استخدام هذا المنطق في حالة فحص العلاقة بين اللون الأزرق للعيون واللون البني للشعر، وذلك باستخدام الرموز التالية:

ع = وجود العيون الزرقاء.

ش = وجود الشعر الأشقر.

عَ = غياب العيون الزرقاء.

شَ = غياب الشعر الأشقر.

عندما تكون هناك علاقة ارتباطية تامة بين اللون الأزرق للعيون والأشقر للشعر، فإن ذلك يعني أن اللون الأزرق للعيون يصاحبه (دومًا) اللون الأشقر للشعر، وأن غياب اللون الأزرق للعيون يعني غياب اللون الأشقر للشعر. هذه العلاقة الارتباطية يتم التعبير عنها على النحو التالي:

(ع. ش) م (عَ. شَ).

النقطة «.» تعني «و» (واو العطف)، والحرف «م» يعني «أو». وبناء عليه، فإن الصيغة: (ع. ش) م (عَ. شَ) يمكن ترجمتها على النحو التالي:

(وجود ع «و» ش) «أو» (غياب ع «و» ش).

بمعنى آخر، فإن وجود عيون زرقاء يصحبه شعر أشقر، وغياب العيون الزرقاء يصحبه غياب للشعر الأشقر.

باستخدام هذه الصيغة، فإننا نتأكد من الارتباط بين العيون الزرقاء والشعر الأشقر. وبنفس الكيفية يمكن استخدام هذه الصيغة للتأكد من الارتباط بين العيون البنية والشعر البني.

يمكن أيضًا أن تكون الصيغة على النحو التالي:

(ع. شَ) م (عَ. ش).

وترجمتها هي: (وجود العيون الزرقاء وغياب الشعر الأشقر) أو (غياب العيون الزرقاء ووجود الشعر الأشقر) وذلك لنفي وجود علاقة ارتباطية بين اللون الأزرق للعيون واللون الأشقر للشعر، أو لتأكيد **علاقة ارتباطية في اتجاه سلبي**: إذا كانت العيون لونها أزرق فلن يكون الشعر أشقر، **وإذا لم تكن العيون زرقاء فيكون لون الشعر أشقر**.

على أية حال، فإن فكرة العلاقات الارتباطية يمكن التعـبير عنها، بصفة عامة، على النحو التالي:

$$ر = \frac{(أ + د) - (ب + جـ)}{أ + د + ب + جـ}$$

إن هذه الصيغـة تستند إلى أن الفروق بين الحالات الإيجابية المـدعمة والحالات السلبية المدعمة مقسومة على العدد الكلي للحالات، سوف تمنحنا قيمة تتراوح بين - ١، + ١، وهي قيمة تعبر عن مدى الارتباط بين المتغيرات المتضمنة في الموقف.

لو قمنا بتطبيق هذه المعادلة البسيطة على المواقـف السابق الإشار إليها، فإننا نجد مثلاً الموقف التالي:

أ = عيون زرقاء وشعر أشقر   عدد الحالات = ٤ حالات.

ب = عيون زرقاء وشعر بني   عدد الحالات = صفر.

جـ= عيون بنية وشعر أشقر   عدد الحالات = صفر.

د= عيون بنية وشعر بني   عدد الحالات = ٤.

$$\therefore ر = \frac{(٤ + ٤) - (صفر + صفر)}{٤ + ٤ + صفر + صفر} = \frac{٨}{٨} = ١.$$

مـاذا يعني ذلك؟ إن ذلك يعني أنه من المؤكـد أن كل طفل يولد ولـون عيـونه أزرق سوف يكون لون شـعره أشقـر، وأن كل طفل يولد ولون عيـونه بني سوف يكون لون شعـره بنيًا. إن العـلاقة هنا، وفقًـا للحالات المعـروضة، مؤكـدة مائة بالمائة.

موقف آخر:

أ = ٤   ب = ٢   جـ = ٢   د = ٤

$$\therefore ر = \frac{(٤ + ٤) - (٢ + ٢)}{٤ + ٤ + ٢ + ٢} = \frac{٨-٤}{١٢} = \frac{٤}{١٢} = \frac{١}{٣} = ٠,٣٣٣.$$

العلاقة هنا أصبحت علاقة احتمالية بنسبة معينة، فلم تعد العلاقة الارتباطية المؤكدة الموجودة في الموقف السابق. . . لم تعد موجودة هنا. فهناك احتمال بنسبة الثلث تقريبًا بأن الأطفال الذين يولدون وعيونهم زرقاء يكون لون شعرهم أشقر. أصبحنا هنا نتحدث بلغة الاحتمالات Probability، مما يؤكد أن المفاهيم الخاصة بمرحلة العمليات الشكلية مثل: التناسبات -التوافيق والتباديل- الاحتمالات- الارتباطات- المتغيرات لا يمكن فصلها عن بعضها.

موقف ثالث:

أ = ٤ ب = ٤ جـ = ٤ د = ٤

$$\therefore \text{ر} = \frac{(٤+٤) - (٤+٤)}{٤+٤+٤+٤} = \frac{\text{صفر}}{١٢} = \text{صفر}$$

موقف رابع:

أ = صفر ب = ٤ جـ = ٤ د = صفر

$$\therefore \text{ر} = \frac{(\text{صفر} + \text{صفر}) - (٤+٤)}{\text{صفر} + \text{صفر} + ٤ + ٤} = \frac{٨}{٨} = -١.$$

ما الذي تعنيه النتيجة؟ الطفل الذي يولد وعيونه زرقاء لن يكون شعره أشقر، والذي يولد وعيونه بنية لن يكون شعره بنيًا.

لعل ذلك يوضح مدى أهمية أن يكون لدى الفرد قدرة على الاستبصار المفاهيمي للعلاقات الارتباطية باحتمالاتها المتعددة، وذلك حتى يمكن عده واحدًا من المفكرين العملياتيين الشكليين.

بطبيعة الحال، فإن دراسة العلاقات الارتباطية ليست قاصرة على تلك الأمثلة الواضحة المحددة التي أشرنا إليها هنا، وإنما تكون أكثر اتساعًا وتعقيدًا عندما تكون الدراسة على آلاف الحالات التي لا تكون فيها العلاقات بين المتغيرات على نفس هذا القدر من الوضوح والمباشرة، مثلها في ذلك مثل ما أشرنا إليه في خاتمة الجزء الخاص بالعلاقات التناسبية. وعندما يحدث ذلك، فإن هناك معادلات أكثر تطورًا

تستخدم لإيجاد معاملات الارتباطات بين المتغيرات، ولكن المهم عندنا هنا أن يكون لدى الفرد قدرة على التعامل مع فكرة الارتباط بشكل إجرائي.

لقد أوضحت إنهلدر وبياجيه أنه ليس قبل سن الرابعة عشرة أو الخامسة عشرة حتى يستطيع الأفراد استيعاب العلاقات الكيفية المتضمنة في الارتباطات السابق الإشارة إليها والتي جسدتها المعادلة العامة التي ذكرناها.

وعندما يدرك الفرد التناظر التبادلي المتضمن في العلاقة (أ، ب)؛ حيث أ هي ع.ش، ب هي عَ.شَ، فإنه بذلك يكون قد بلغ المرحلة التطورية النهائية (٣ ب)، والتي تبدأ عند سن الرابعة عشرة أو الخامسة عشرة، وفقًا لتقديرات بياجيه.

وهكذا، فإنه عند بلوغ الفرد مرحلة العمليات الشكلية المتقدمة (٣ ب) فإنه يكون قد تمثل داخليًا internalized العلاقة بين الحالات المدعمة (الإيجابية) التي تؤكد وجود علاقات الحالات غير المدعمة (الإيجابية) التي تؤكد وجود علاقات ووجود الحالات غير المدعمة (السلبية) التي تنفي وجود علاقات ووجود المجموع الكلي للحالات، بحيث يتمكن من الوصول إلى استنتاج منطقي عن مدى وجود أو غياب علاقة ارتباطية بين المتغيرات المتضمنة. عند هذه النقطة، تكون فكرة «الارتباط» قد أصبح لها معنى من الناحية الإجرائية Operational، بمعنى أنها تكون قد أصبحت مخططًا أساسيًا من مخططات البنية العقلية للفرد.

وعلى الرغم من أن الفرد في تلك المرحلة (٣ ب) قد لا يستطيع القيام بحساب قيم الارتباطات بشكل كمي دقيق إلا أنه يستطيع تبين الفروق المتضمنة في مجموعتين مؤتلفتين من مجموعات (أ، ب، جـ، د) إحداهما قيمها، مثلاً: (٦، ٢، ٣، ٤) والأخرى قيمها، مثلاً: (٤، ٢، ٢، ٢)، وذلك عند تحديد مدى الارتباط بين لون العيون ولون الشعر. بطبيعة الحال، فإننا نأخذ في حسباننا أن هذه المواقف مباشرة وبسيطة، ولكن التعامل معها يعكس مدى الاستيعاب المفاهيمي لفكرة الارتباط.

مرة أخرى نؤكد على العلاقة الوثيقة بين مخططات الارتباطات، والتناسبات، والتوافيق والتباديل، والمتغيرات كمخططات أساسية تعبر عن بنية عقلية لفرد بلغ مستوى عمليات التفكير الشكلي.

رابعًا: الاحتمالات

Probability

عندما نتحدث عن «احتمال» حدوث شيء ما فإننا بذلك نمارس شكلا من أشكال التوقعات أو التنبؤات في ضوء خلفية معلوماتية سابقة عن الأحداث المتصلة بهذا الشيء. وفي مجالات العلوم والرياضيات نجد أن الحديث بلغة «الاحتمالات» أمر لا مفر منه عند التعامل مع بعض القضايا والموضوعات، وذلك في ضوء تتبع مدروس على مدار عقود للأحداث المرتبطة بقضية ما. فها نحن في موضوعات الوراثة في البيولوجي تحتاج إلى الحديث بهذه اللغة. وفي التنبؤ بالأحوال الجوية فإننا نتحدث عما يمكن أو يحتمل أن تكون عليه حالة الطقس غدًا.

وفي حياتنا اليومية، فإن ممارسة التفكير الاحتمالي تعد جزءًا أساسيًّا من أحداثها. فرب الأسرة ذو الدخل المحدود يتصرف في شئون حياته اليومية في ضوء ما لديه من دخل مستخدمًا التفكير الاحتمالي فيما يمكن أن يواجهه من صعوبات في تغطية النفقات. ورئيس العمل يتأمل في الاحتمالات التي يمكن أن تنجم عن اتخاذ قرارات معينة قد تثير بعض الجدل ويستعد للتعامل مع كافة الاحتمالات.

على هذا الأساس ينبغي أن يكون تقصي قدرة الطفل على التعامل مع الأفكار الخاصة بـ«الاحتمالات» موضع اهتمام كبير. ويمكن أن يكون ذلك باستخدام بعض الأفكار البسيطة، كأن توضع بعض القطع المعدنية في صندوق ويطلب من الطفل أن يقدم لنا توقعاته عن عدد القطع التي يحتمل أن تلتقط وعلى وجهها صورة وعدد القطع التي يكون وجهها مكتوبًا عليه.

من الممكن أن نقدم موقفًا بسيطًا للطفل (أو للفتى) يتمثل في أن لدينا ١٠٠٠ شخص من مدمني المخدرات يترددون على إحدى المستشفيات (٨٠٠) منهم مصابون بأمراض في الكبد، و(٢٠٠) غير مصابين. هناك أيضًا ١٠٠٠ شخص آخرون من غير المدمنين يترددون على نفس المستشفى، و٢٠٠ منهم مصابون بأمراض الكبد، و(٨٠٠) غير مصابين. البيانات موضحة في الجدول التالي:

المترددون على المستشفى

الإصابة بالكبد		مدمنون	غير مدمنين
	مصابون	٨٠٠	٢٠٠
	غير مصابين	٢٠٠	٨٠٠
	العدد الكلي	١٠٠٠	١٠٠٠

الآن يمكن للطفل أو المراهق أن يتفحص مثل هذا الجدول ويضع توقعاته عن احتمالية إصابة شخص مدمن بأمراض الكبد (هي هنا ٨٠٪) واحتمالية إصابة شخص غير مدمن بأمراض الكبد (٢٠٪). وقد يكون السؤال حول احتمالية نجاة المدمن من الإصابة بأمراض الكبد (٢٠٪) واحتمالية نجاة غير المدمن من الإصابة بأمراض الكبد (٨٠٪).

علينا أن نلاحظ في هذا الموقف أنه يتضمن بعض الأفكار الهامة في عملية النمو العقلي:

١- فكرة المتغيرات، حيث الإدمان متغير مستقل (محتمل) والإصابة بأمراض الكبد متغير تابع أو نتيجة محتملة للإدمان.

٢- فكرة الارتباطات، حيث نتناول مدى وجود علاقة بين الإدمان والإصابة بأمراض الكبد.

٣- فكرة التناسبات، حيث توجد علاقة تناسب طردي بين الإدمان والإصابة بأمراض الكبد، فكلما زاد عدد المدمنين زادت احتمالية الإصابة بالمرض.

٤- فكرة التوقع أو التنبؤ، حيث يمكن من خلال فحص البيانات المتضمنة في الجدول التنبؤ باحتمالية إصابة شخص ما بأمراض الكبد إذا كان مدمنًا، واحتمالية عدم الإصابة إن لم يكن مدمنًا.

خامساً: التخلص من التناقضات التجريبية
Eliminating Experimental Contradictions

ما الذي يحدث عندما يُواجه الفرد منا بموقف تجريبي معين تبدو فيه أحداث غريبة أو شاذة عما يعرفه أو عما يتصور أنه يعرفه؟ كيف يفسر ما يشاهده؟

كما نعلم جميعًا، فإن الأحداث والظواهر الطبيعية تتسم بالتعقيد في أحيان كثيرة، ومن ثم فإن محاولة شرحها وتوضيحها تتسم أيضًا بالتعقيد والصعوبة. فنحن نعلم مثلاً، أن الحديد إذا وضع في الماء فإنه فيغمر فيه، ومع ذلك فإن سفينة معدنية عملاقة تطفو فوق سطح الماء. كما أنه يمكن أيضًا لدبوس صغير أن يطفو فوق سطح الماء إذا ما وضع بحذر على سطح الماء.

مثل هذه المواقف وغيرها تحتاج إلى شرح وتوضيح. فكيف يتعامل الفرد مع موقف أو حدث يبدو فيه شيء ما على أنه شاذ أو غريب عما يعرفه؟ كيف يتخلص من هذا التناقض «التجريبي» الذي يشاهد فيه شيئًا ما يبدو له غريبًا عليه؟

لتقصي هذا الأمر يمكن استخدام مهام معينة تسهم في التعرف على تحديد قدرة الطفل على التعامل مع موقف تجريبي يبدو فيه شيء ما غريبًا أو شاذًا. فمثلاً، فإن جود(*) قد أجرى دراسة استهدفت تقييم مدى فهم عينة من طلاب جامعيين لمفهوم الكثافة. فالكثافة هي كتلة وحدة الحجوم من مادة معينة. فهل لدى طلاب الجامعة فهم إجرائي لهذا المفهوم؟

تستند فكرة المهمة التي استخدمها جود إلى أنه لو وضعت ثلاثة سوائل لا تمتزج ببعضها وكثافاتها مختلفة في وعاء، فإن السائل الأكثر كثافة يكون هو الأكثر عمقًا يعلوه السائل الأقل كثافة يعلوه السائل الأقل كثافة. إذا كانت مقادير السوائل متساوية فلن يواجه الفرد مشكلة في إدراك ذلك. ولكن ماذا يحدث إذا ما طُلب من الطالب أن يتنبأ بما يمكن أن يحدث للسائل العلوي إذا ما قمنا بزيادة مقداره؟ هذا هو جوهر المهمة التي قدمها جود للطلاب الجامعيين.

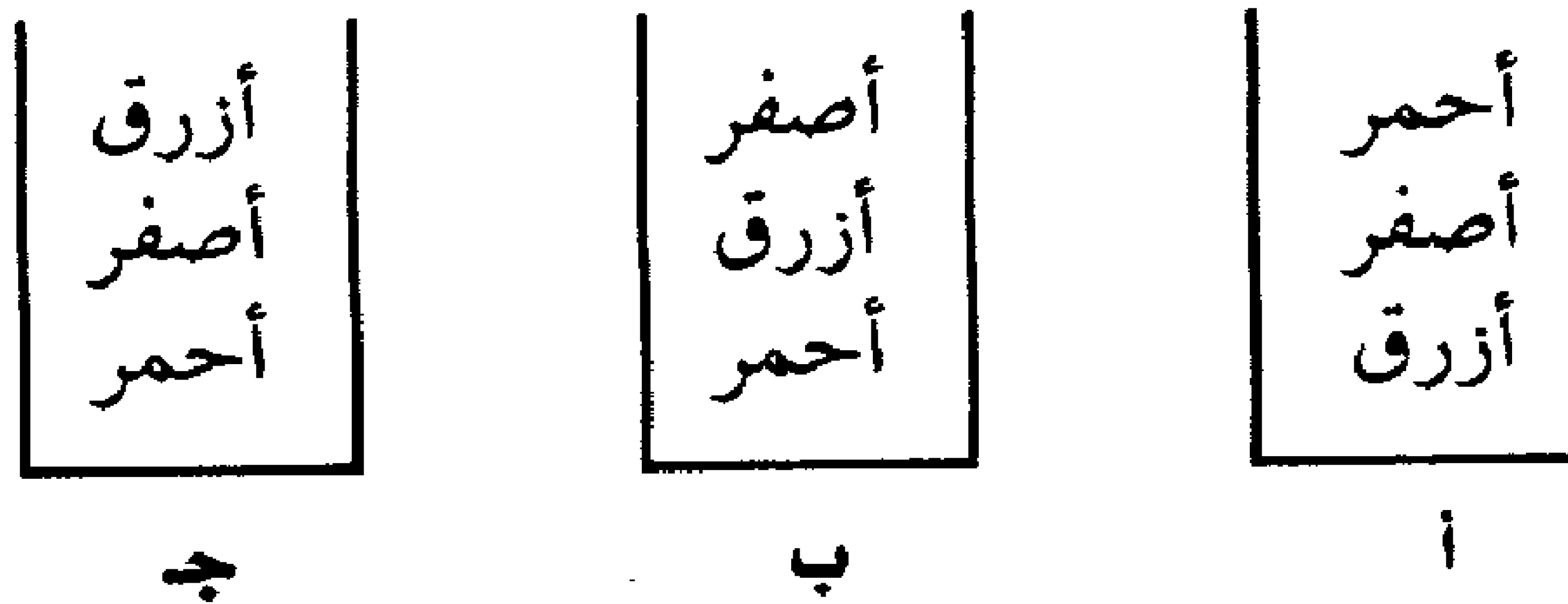
(*) (Good,1977,pp.126-128).

أحمر
أصفر
أزرق

تتلخص المهمة في أن الطالب كان يتفحص الشكل الموضح على اليسار هنا، وهو لثلاثة سوائل لا تمتزج ببعضها، ألوانها مختلفة؛ الأحمر في الجزء العلوي من الوعاء، الأصفر في الجزء الأوسط، والأزرق في الجزء السفلي. ومقادير السوائل متساوية.

بعد ذلك يتم تقديم السؤال التالي:

لو أننا قد قمنا بإضافة مقدار آخر من السائل الأحمر في الوعاء؛ بحيث يصبح مقدار السائل الأحمر ضعف مقدار السائل الأزرق، فما هي الكيفية التي سيبدو عليها ترتيب السوائل الثلاثة في الوعاء (أ) أو (ب) أو (جـ)؟



إن هذا النوع من الأسئلة، كما يوضح جود، يسهم في تعرف مدى الفهم الوظيفي لفكرة الكثافة لدى الطلاب، وذلك في ضوء علاقتها بالوزن الكلي. فإذا ما تعاملنا مع محتويات الوعاء الأصلي من منظور أن السائل «الأكثر» يكون هو السائل «الأكثر عمقًا»، فإن ذلك يعني أن مفهوم الكثافة لم يتبلور بعد بصورته الإجرائية لدى الطلاب؛ لأن العامل (المتغير) الذي بدا أكثر تأثيراً في هذه الحالة هو الوزن وليس الكثافة. أما إذا كان الفرد لديه استيعاب مفاهيمي لفكرة أن الكثافة لا تتغير بتغير وزن المادة، فإنه يمكنه في هذه الحالة أن يتعامل مع الموقف بسهولة فيدرك أن ترتيب وضع السوائل في الوعاء يبقى كما كان عليه في الوعاء الأصلي (الأزرق يعلوه الأصفر يعلوه الأحمر) دون تغيير مهما حدث من زيادة في مقدار أي سائل من هذه السوائل.

الغريب في نتائج دراسة جود هذه أن ثلثي الطلاب الذين أجابوا على السؤال هيمنت مدركاتهم الحسية على إجاباتهم فاختاروا إما البديل (ب) أو البديل (جـ). يفسر جود ذلك بأن هؤلاء الطلاب لم يصلوا بعد إلى مستوى الإحتفاظ بالكثافة نتيجة انخداعهم بالتغييرات الظاهرية التي حدثت والتي تمثلت في زيادة مقدار

السائل الأحمر عن السائلين الآخرين. بمعنى آخر فإن الكثافة = $\frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$. أي أنها تتضمن تنسيقًا بين الكتلة والحجم، وهو ما لم يكتمل، وفقًا لجود، لدى هؤلاء الطلاب مما جعلهم غير قادرين على الاحتفاظ بمفهوم الكثافة.

وكانت إنهلدر و بياجيه (Inhelder and piaget, 1955) قد قاما بإجراء تجربة تم تصميمها لتحديد مدى التقدم التدريجي الذي يحدث في قدرات الأطفال على التخلص من التناقضات الظاهرية الناجمة عن مشاهدة أشياء في مواقف تجريبية تبدو -أي الأشياء- غريبة أو شاذة عما يعرفونه. ولتحقيق ذلك الهدف فإنهما كانا يقدمان بعض الأشياء للطفل، ويطلبان منه تجميع تلك الأشياء التي يعتقد أنها تطفو فوق سطح الماء معًا، وتلك التي يعتقد أنها تغوص في الماء معًا، مع تقديم تفسير لما يقوم بعمله. بعد ذلك كان يقدم للطفل وعاء به ماء لكي يستخدمه في التحقق من صحة ما قدمه من توقعات.

إن هذه التجربة تتقصى مدى توافر مفهوم إجرائي للكثافة لدى الطفل، ومن ثم نقصي مدى توفر مفهوم «الوزن النوعي» (النسبة بين كتلة حجم معين من المادة إلى كتلة نفس الحجم من الماء). فمن الطبيعي أن يكون الطفل (أو المراهق) على دراية بمصطلحي «الكثافة» و «الوزن النوعي»، ولكننا هنا نريد أن نتعرف على ما إذا كان لدى الطفل البنية العقلية التي تمكّنه من توظيف تلك الأفكار أم لا؟ نحن نعرف، مثلاً، أن جسمًا من الحديد يغوص في الماء إذا وضع فيه. ومع ذلك، فإن سفينة معدنية عملاقة تطفو فوق سطح الماء! هل يدرك الطفل، في هذه الحالة، أن كتلة حجم معين من السفينة أقل من كتلة نفس الحجم من الماء الذي تبحر فيه، ومن ثم فهي تطفو؟ وعلى العكس من ذلك، فإن دبوسًا صغيرًا يغوص في الماء إذا وضع فيه! لماذا؟ لأن كتلة حجم معين من الدبوس أكبر من كتلة نفس الحجم من الماء في هذه الحالة (في حالات أخرى يمكن جعل الدبوس يطفو فوق سطح الماء كما سترد الإشارة). هنا، فإن مفهوم الكثافة قد أصبح أعم وأشمل عندما نتعامل مع المواقف وفقًا لمفهوم «الوزن النوعي».

مازلنا نتعامل مع الظواهر الخاصة بطفو الأجسام وغوصها في الماء. يمكننا أخذ جسم معين ووضعه في الماء فنجده يغوص. فإذا ما قمنا بتسطيح هذا الجسم (أي جعله مسطحًا) ثم وضعناه في الماء نجده يطفو. لماذا؟ بسبب التوتر السطحي للماء والذي بمقتضاه يعمل سطح الماء كشبكة أجزاؤها مشدودة إلى بعضها البعض.

ما الذي يعنيه ذلك؟ إن ذلك يعني أن هناك ثلاثة عوامل (متغيرات) ينبغي أن تؤخذ في الحسبان عند التعامل مع المواقف التجريبية الخاصة بالطفو: الكتلة والحجم والشكل. إذا لم تؤخذ هذه العوامل (المتغيرات) معًا في الحسبان عند التعامل مع هذه المواقف فلن يتمكن الفرد من تفسير ما يحدث في هذه المواقف بشكل متسق ومنطقي.

لقد تمكنت إنهلدر و بياجيه، من خلال ما قاما به من دراسات في هذا الصدد، أن يحددا مراحل معينة في محاولات الطفل التخلص من التناقضات الظاهرة التي يواجهها في تجارب الطفو والغوص:

١- المرحلة الأولى، في سن ما قبل السابعة أو الثامنة، يكون فيها الأطفال قانعين بما يقدمونه من تفسيرات متناقضة، ذلك أنهم يصنفون الأشياء في مجموعتين بسيطتين! ثقيلة وخفيفة: الأجسام الثقيلة تغوص مهما كان حجمها، والأجسام الخفيفة تطفو. عندما كان الأطفال يواجهون بمواقف فيها تناقضات مع تفسيراتهم، فإنهم كانوا يقومون بحل المشكلة عن طريق تقديم تفسير معاكس لما كانوا قد قدموا من تفسيرات، إن فكرة السببية عندهم لم تكتمل، ومفهوم الاحتفاظ بـ «الكثافة» ومن ثم «الوزن النوعي» لم يتطور بعد إلى المستوى الإجرائي.

٢- المرحلة الثانية، فيما بين الثامنة والعاشرة، يبدأ الأطفال في عمل محاولات للتخلص من التناقضات (الظاهرية) بين ما يشاهدونه في الموقف وبين تصوراتهم، ومع ذلك فإنهم لا يحققون إلا درجة محدودة من النجاح. وهذا الأمر ليس بغريب، فلقد تناولنا في أماكن أخرى من هذا الكتاب مفهوم «الاحتفاظ بالحجم»، وضمنًا مفهوم «الاحتفاظ بالوزن»، ووجدنا أن هذين المفهومين لا يتطوران لدى الأطفال إلا فيما بين العاشرة والثانية عشرة. وبناء

عليه، فإن طفل هذه المرحلة (من الثامنة إلى العاشرة) لا يستطيع أن يستوعب مفاهيمياً أياً من «الكثافة» أو «الوزن النوعي»، الأمر الذي يعوقه عن استخدامهما وظيفياً في إزالة ما يشاهده من تناقضات (ظاهرية) في المواقف التجريبية الخاصة بالغوص والطفو والمتضمنة لهذين المفهومين.

٣- المرحلة الثالثة، فيما بعد العاشرة وحتى الثالثة عشرة أو الرابعة عشرة، وفي نهايتها يكون الطفل قادراً على الاحتفاظ بالوزن والحجم، ومن ثم يستطيع التنسيق بين هذين المفهومين بالشكل الذي يجعله قادراً على استخدام مفهوم «الكثافة» أو «الوزن النوعي» عند التعامل مع التناقضات الظاهرية في تجارب الغوص والطفو في هذه السن يستطيع الأطفال مقارنة الكثافات النسبية (الأوزان النوعية) للأشياء بكثافة الماء لحل الإشكاليات الخاصة بما يبدو من تناقضات (ظاهرية) في الموقف التجريبي. على أية حال، فإن هناك مؤشرات يتبين منها أن القدرة على التخلص من التناقضات التجريبية تتكون بعد تلك السن التي حددتها إنهلدر وبياجيه(*).

على أية حال، فإن التجارب الخاصة بالغوص والطفو ليست من التجارب الشاذة فى مجال العلوم، فهي من التجارب الشائعة والمعروفة. المشكلة تكمن في أن عدد التجارب المتضمنة في العلوم والتي تتضمن مشكلات مباشرة وبسيطة.. هذا العدد يعد محدوداً. أما بالنسبة لمعظم التجارب المتضمنة في العلوم فهي أكثر تعقيداً من مثل هذه المواقف البسيطة. بمعنى آخر، فإن العديد من التجارب المتضمنة في العلوم تتضمن متغيرات عديدة، مستقلة وتابعة، الأمر الذي يتطلب ممارسة عمليات عقلية أكثر تعقيداً عما هو عليه الحال في تجارب الغوص والطفو. مثل هذه الممارسات العقلية المطلوبة للتعامل مع المواقف التجريبية في العلوم تحتاج إلى تفكير منظم باستخدام المتغيرات. أى أننا في حاجة إلى العودة ثانية إلى فكرة «المتغيرات» وكيفية التعامل معها بشكل منظم لحل المشكلات الخاصة بالعلوم، ومن ثم تعميمها لتوظيفها فيما يواجهه الفرد من مشكلات في حياتية اليومية.

وعلى الصفحات التالية نجد عرضاً تفصيلياً للكيفية التي تتطور بها قدرة الأطفال على تحديد وضبط المتغيرات.

(*) (Good,1977,p.128).

سادسًا: تحديد وضبط المتغيرات
Identifying and Controlling Variables

مقدمة:

لعله من المفيد هنا أن نعيد التذكير، بإيجاز، ببعض ما كنا قد أوضحناه في الفصل الثالث (الجزء الخاص بـ «التفكير المنظم باستخدام المتغيرات»):

١- المتغير مفهوم تطبيقي له قيمتان أو أكثر. فكل خاصية من الخواص أو سمة من السمات هي في حد ذاتها «متغير» طالما أنها تأخذ قيمًا متعددة: الطول - الحجم- الكتلة- درجة الحرارة- الذكاء- التحصيل الدراسي- المستوى الاجتماعي- المستوى التعليمي- المؤهل- الخبرة... إلخ.

٢- يمكن تصنيف المتغيرات بطرق وأساليب متعددة، منها كيفية التعبير عنها. فهناك متغيرات يمكن التعبير عنها وصفيًا فقط (أي بشكل كيفي فقط دون استخدام أرقام)، مثل: الديانة (مسلم -مسيحي- يهودي... إلخ)، الجنسية (مصري -إماراتي- سعودي- بريطاني... إلخ)، المنطقة (ريفية -شبه حضرية- حضرية)، العقاب (معنوي -بدني... إلخ). وهناك أيضًا نوع آخر من المتغيرات هو «المتغيرات الكمية» quantitative variables، وهي تلك التي يمكن التعبير عن قيمها المختلفة باستخدام الأرقام. ومن هذه المتغيرات: الذكاء (٩٠- ٩١- ٩٢- ٩٣... إلخ)، التحصيل الدراسي (٢٠- ٣٠- ٤٠- ٧٠... إلخ)، الطول (٢٠- ٣٠- ١٧٠... إلخ)، وهكذا.

٣- في بعض الأحيان قد نجد أنه من المناسب التعبير عن قيم متغيرات كمية بصورة وصفية. فالتحصيل الدراسي، مثلاً، متغير كمي لأن له قيمًا يمكن أن تتراوح بين الصفر والمائة، الأمر الذي يجعل وصف الحالة الدراسية للطلاب أمرًا صعبًا في بعض الأحيان. لذا قد نجد أنه من المناسب تصنيف الطلاب، وفقًا لمتغير التحصيل الدراسي، إلى ثلاث فئات: منخفضي التحصيل -متوسطي

التحصيل- مرتفعي التحصيل. وهكذا الأمر مع أي متغير كمي آخر، عندما تكون هناك ضرورة لذلك.

٣- يتم تصنيف المتغيرات وفقًا لموقعها من التأثير في الموقف التجريبي إلى متغيرات مستقلة (أي يفترض فيها أنها مؤثرة فى الظاهرة)، ومتغيرات تابعة (التي تتمثل في التغييرات الحادثة في الظاهرة أو الموقف نتيجة تأثير المتغيرات المستقلة).

٤- عندما نجد أن هناك علاقة ما بين متغير مستقل ومتغير تابع، فإننا نرغب في معرفة اتجاه تأثير العلاقة: هل هي علاقة تناسب طردي أم علاقة تناسب عكسي؟ وهو ما سبق أن تناولناه في أكثر من مكان، خصوصًا في الجزء الخاص بالتناسبات. فإذا ما تناولنا العلاقة بين الذكاء (متغير مستقل) وبين التحصيل الدراسي (متغير تابع) فإننا نتوقع أن تكون العلاقة بينهما علاقة تناسب طردي، بمعنى أنه كلما زادت نسبة الذكاء لدى الطالب فمن المتوقع أن يرتفع مستوى تحصيله، والعكس أيضًا صحيح بطبيعة الحال، فإننا إذا ما أجرينا دراسة فإن النتائج الميدانية قد تثبت العكس، بمعنى أنه كلما زاد الذكاء انخفض مستوى التحصيل (علاقة تناسب عكسي). هذا مثال افتراضي لتوضيح فكرة العلاقات فقط.

٥- عند إجراء تجربة ما يفترض فيها أن هناك عددًا محتملاً من المتغيرات المستقلة له تأثيره (العكسي أو الطردي حسب المتغير نفسه) على متغير تابع ما، فللتحقق من ذلك فإنه لابد من تثبيت أثر جميع المتغيرات المستقلة، ما عدا متغيرًا واحدًا فقط يتم تغيير قيمه لنرى أثر ذلك التغيير على قيم المتغير التابع، ومن ثم تحديد اتجاه العلاقة. ويتم تكرار نفس الخطوات مع المتغيرات المستقلة الأخرى، وذلك على النحو الذي أسلفناه في الفصل السابق.

تلك هي ما أطلقنا عليه «التفكير المنظم باستخدام المتغيرات»، والذي يُعد معلمًا مهمًا من معالم الحياة العقلية للمفكر العملياتي الشكلي، والذي اتضح لنا أنه لا يمكن التعامل مع أفكار مثل «التناسبات» و«الارتباطات» بشكل إجرائي دون أن يكون لدى الفرد قدرة على التعامل مع الأفكار الخاصة بالمتغيرات بشكل إجرائي

منظم. بمعنى آخر، فإن دراسة أثر مجموعة محتملة من المتغيرات المستقلة على متغير تابع تستلزم ضبط الشروط التجريبية للموقف؛ بحيث يتوافر لدينا بشكل يقيني أن متغيراً مستقلا ما له تأثيره (في اتجاه عكسي أو طردي) على متغير تابع. وهكذا الأمر مع بقية المتغيرات المستقلة المحتملة الأخرى. (من الضروري مراجعة المثال الذي سبق عرضه لتوضيح ذلك في الفصل الثالث في الجزء الخاص بـ «التفكير المنظم باستخدام المتغيرات»).

إننا إذا لم نقم بترتيب الشروط التجريبية بشكل منظم ودقيق على الكيفية التي أوضحناها آنفًا، فإننا سوف نتوصل إلى علاقة زائفة وخادعة بين ما يفترض أنها متغيرات مستقلة وبين المتغير التابع. بمعنى آخر، فإننا قد نتوصل إلى نتيجة خادعة عن العلاقة بين تناول مادة غذائية معينة وبين الإصابة بمرض ما. لماذا نكون هذه العلاقة خادعة؟ لأن الشروط التجريبية لم يتم إعدادها بشكل متقن بحيث تكون متأكدين من أن هناك علاقة ما بين تناول هذا الطعام وبين الإصابة بمرض معين. والغريب في الأمر أن الإعلام بكل أشكاله المرئية والمسموعة والمكتوبة يقع فريسة لمثل هذه النتائج الخادعة، وينشرها بين الناس على أنها نتائج بحوث علمية دقيقة.

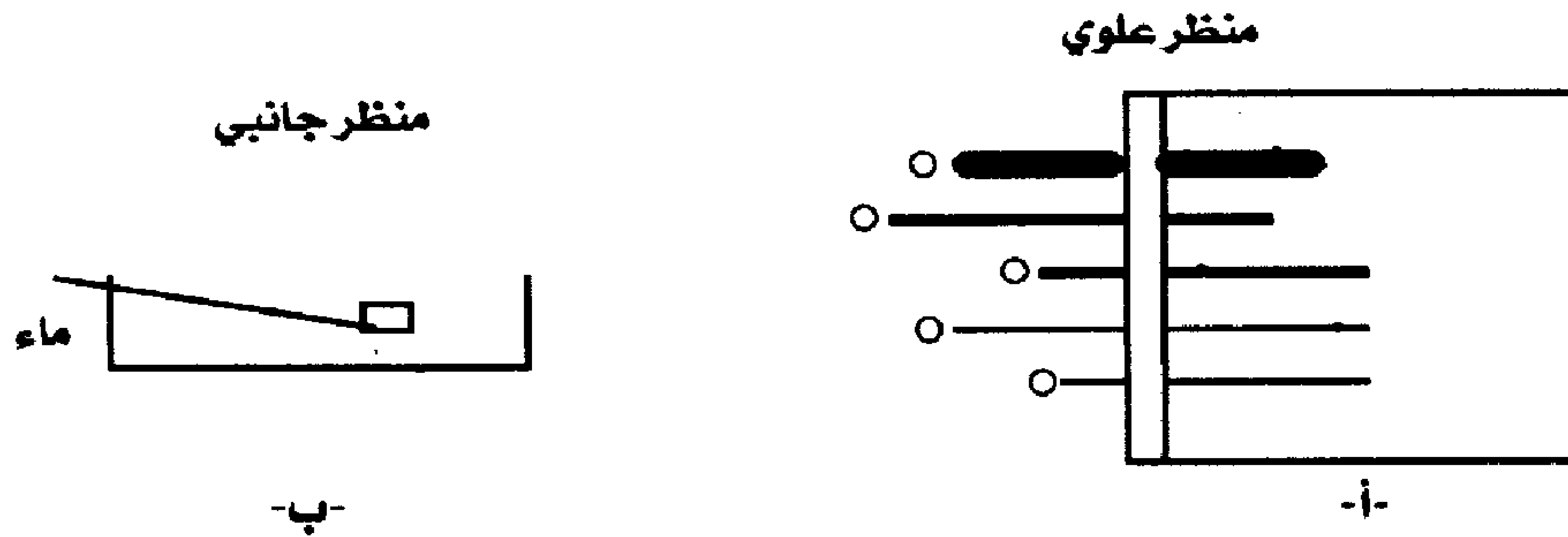
كل ذلك يؤكد لنا أهمية توفير خبرات وأنشطة يمارسون من خلالها التفكير باستخدام المتغيرات على نحو منظم، ينتهي بنا إلى أن نكون متأكدين من وجود أو عدم وجود علاقة بين متغيرات مستقلة معينة وبين متغير تابع، ومن شكل العلاقة -إن وجدت- بين كل متغير مستقل وبين المتغير التابع.

تلك كانت مقدمة ضرورية توضيحية لما سبق عرضه، وتأكيدية في نفس الوقت لأهمية ممارسة التفكير باستخدام المتغيرات كشرط أساسي لبلوغ الفرد مستوى العمليات الشكلية.

نتناول الآن بعض المهمات التي قامت بها إنهلدر و بياجيه لتقصي قدرات الأطفال على تحديد وضبط المتغيرات في موقف تجريبي معين.

المهمة الأولى: القضبان المعدنية المرنة وحوض الماء:

تستهدف هذه المهمة تقصي مدى قدرة الأطفال على تحديد وضبط المتغيرات المتضمنة في موقف تجريبي ما. الأداة المستخدمة هنا موضحة أدناه:



يمكن وصف الأداة والفكرة على النحو التالي:

١- حوض به ماء مثبت به على أحد حوافه أو بالقرب منها حائل رأسي توجد بالقرب من قاعدته ثقوب في مستوى أفقي واحد. ويتم إدخال قضبان معدنية من أنواع مختلفة وأقطار مختلفة وأشكال مختلفة في هذه الثقوب القريبة من مستوى سطح الماء.

٢- من الطبيعي أن تكون هذه القضبان جميعها في مستوى أفقي واحد. وإذا وضع ثقل في نهاية أحد القضبان (من جهة الماء) فإنه ينثني إلى أسفل.

٣- يمكن زيادة درجة انثناء القضيب حتى يلامس سطح الماء بطرق عدة؛ منها زيادة مقدار الثقل المعلق في نهايته، أو زيادة طول الجزء من القضيب الموجود في جهة الماء وذلك بدفعه من وراء الحائل إلى اتجاه الماء (نطلق عليه زيادة الطول الفعال للقضيب). قد يتطلب الأمر إنقاص الطول الفعال للقضيب إذا ما كان مغموراً في الماء بينما نريد نحن فقط أن يلامس سطح الماء. وتتم عملية الإنقاص هذه بدفعه من جهة الماء إلى الجهة الخلفية، أي سحبه إلى الخلف.

٤- تضمنت المهمة استخدام قضبان متعددة بعضها من النحاس وأخرى من غير النحاس، بعضها ذات مقاطع مستعرضة (محيطات) دائرية وأخرى مربعة، بعضها ذات محيطات كبيرة وأخرى صغيرة، بعضها طويلة وأخرى قصيرة

(لاحظ أن تغيير الطول «الفعال» يتم بتحريك القضيب إلى الأمام وإلى الخلف من وراء الحائل الرأسي). أيضًا هناك أثقال مختلفة يمكن وضعها عند طرف القضيب الموجود فوق سطح الماء وذلك على كفة صغيرة موجودة عند هذا الطرف. كما يمكن أيضًا تحريك هذه الكفة على امتداد القضيب.

٥- المتغيرات المستقلة المتضمنة في هذه التجربة، إذن، هي: نوع المادة (نحاس أو غير نحاس) -شكل المقطع المستعرض أو المحيط (دائري أو مربع) -مساحة أو محيط المقطع المستعرض (كبير أو صغير) -طول القضيب الفعال في الجهة المواجهة للماء (طويل أو قصير) -مقدار الكتلة الموجودة عند طرف القضيب أعلى سطح الماء.

٦- المطلوب هنا تحديد مدى إسهام (تأثير) كل متغير من هذه المتغيرات المستقلة الخمسة على درجة انثناء طرف القضيب الموجود فوق سطح الماء حتى يصل إلى حد ملامسة هذا السطح. بمعنى آخر، فإن المطلوب هنا هو ضبط الشروط التجريبية التي يمكن بمقتضاها عزل هذه المتغيرات بشكل منظم مما يمكّننا من تحديد مقدار تأثير كل منها أو تحديد تأثيرات بعضها أو كلها مجتمعة على انحناء طرف القضيب إلى الحد الذي يجعله يلامس سطح الماء.

وقبل أن نوضح خطوات المهمة، فإننا نوضح مثالاً يبرز كيفية التعامل المنظم مع الموقف:

يقوم المجرب (المثالي) بعمل ما يلي لدراسة أثر نوع المادة على درجة انثناء القضيب:

١- تثبيت أثر جمع المتغيرات المستقلة (ما عدا نوع المادة)، وذلك على النحو التالي:

أ- أن يكون شكل المحيط دائريًا (أو مربعًا) في كل القضبان المستخدمة.

ب- أن يكون طول المحيط واحدًا في كل القضبان المستخدمة.

ج- أن يكون الطول الفعال واحدًا في كل القضبان المستخدمة.

د - أن يكون مقدار الثقل المعلق في نهايات القضبان واحدًا في كل القضبان.

لقد قمنا، إذن بتثبيت أثر هذه المتغيرات ما عدا متغير نوع المادة، فماذا سنفعل هنا؟

٢- يتم استخدام قضبان من مواد مختلفة (نحاس -ألومونيوم- حديد) متوافر في كل منها الشروط المذكور في أ-د أعلاه.

٣- تقوم عندئذ بحساب درجة انثناء كل قضيب من هذه القضبان فوق سطح الماء. إذا كان أحد القضبان وليكن الألومنيوم، مثلاً، هو الأكثر انثناء، وكان الحديد، مثلاً، هو الأقل انثناء، وهكذا، فإننا عندئذ نقرر أن نوع مادة القضيب مؤثر على درجة انثناء القضيب.

٤- تكرر الخطوات من ١-٣ ولكن مع تثبيت نوع مادة القضيب مع متغيرات أخرى، ما عدا متغيراً واحداً تقوم بتغيير قيمه. وليكن المتغير هذه المرة هو شكل المحيط، وذلك لكي نرى أثره على درجة انثناء القضيب.

٥- يتم تكرار هذه الخطوات، وفي كل مرة يتم تثبيت أثر أربعة متغيرات وتغيير قيم المتغير الخامس؛ لدراسة أثر هذا التغيير على درجة انثناء طرف القضيب فوق سطح الماء (المتغير التابع).

القيام بإجراء هذه التجربة بهذا الشكل المنظم يجعلنا قادرين على تحديد أثر هذه المتغيرات المستقلة على المتغير التابع، وذلك بشكل واضح ومحدد ودقيق.

عود إلى المهمة كما قدمتها إنهلدر و بياجيه، حيث كان يطلب من المفحوص أن يقرر ما إذا كان قضيب معين من القضبان الموجودة أمامه مرنًا بدرجة كافية تجعل طرفه الحر يلامس سطح الماء، وأن يحدد الكيفية التي يمكن بها أن يتعرف على العوامل التي تزيد من مرونة القضيب بحيث يلامس طرفه الحر سطح الماء. وكما هو الحال في المهمات الخاصة بتتبع التطور العقلي عند الأطفال، وفقًا لتصورات بياجيه، كان يطلب من المفحوص أن يقدم تفسيراً لما يقوم بعمله.

وقد أوضحت النتائج ما يلي:

١- الأطفال في سن ما قبل السابعة أو الثامنة يتعاملون مع الموقف بشكل

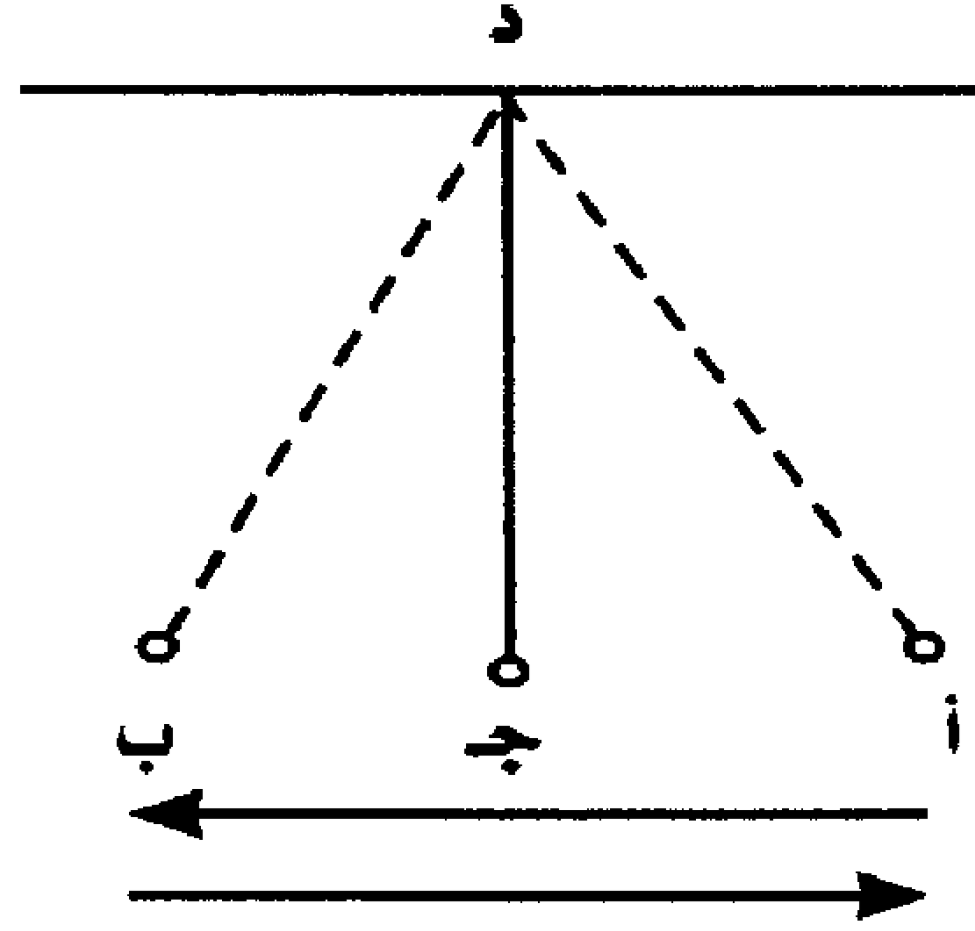
عشوائي، كما أن تفسيراتهم لا ترقى إلى مستوى التفكير السببي المنطقي. إنهم ما زالوا في مرحلة ما قبل السببية precausal. وبالتالي فإنهم لا يستطيعون استخدام مدخل منظم متماسك عند التعامل مع مثل هذه المشكلة.

٢- فيما بعد الثامنة يصبح الأطفال أكثر قدرة على تجميع البيانات (القيام بملاحظات) وترتيبها وفقًا لتأثيراتها النسبية على المخرج أو الناتج (انثناء القضيب)، ذلك أنهم قد بدأت تنمو لديهم العمليات الخاصة بتشكيل الفئات، وبناء على ذلك، فإنهم يستطيعون ربط المتغيرات ببعضها، في البداية متغير مقابل متغير، ثم متغيران مقابل متغيرين، ثم ثلاثة متغيرات مقابل ثلاثة متغيرات، وهكذا. وعليه، فإنهم يستطيعون القيام بعمل تناظرات بسيطة مثل الوزن والانثناء، أو الطول والانثناء، أو نوع المادة والانثناء، ولكنهم لا يستطيعون التعامل مع كل المتغيرات في ارتباطها مع بعضها ككل.

٣- عندما يبلغ الأطفال سن الحادية عشرة أو الثانية عشرة، وفقًا لإنهلدر و بياجيه، فإنه يتطور لدى الأطفال علامات نظام توافيقي ناضج، الأمر الذي يمكنهم من صياغة فروض عن المجموعات المؤتلفة (أي القيام بعمليات توافيق وتباديل)، ومن عمل محاولات لإثبات صحة هذه الفروض. ومن ثم، فإنهم عندما يختارون أزواجًا معينة من القضبان للمقارنة بينها، فإن ذلك الاختيار لا يكون عشوائيًا، وإنما وفق مدخل منظم أكثر تطورًا. يكتمل تطور ذلك النظام عندما يبلغ الأطفال سن الرابعة عشرة أو الخامسة عشرة. عند هذه السن يصبح معظم هؤلاء الفتيان قادرين على التعامل مع الموقف التجريبي بصورة أكثر نظامية وشمولية، حيث يكونون قد بلغوا مستوى التفكير العملياتي الشكلي.

المهمة الثانية: البندول:

تضمنت هذه المهمة أربعة متغيرات، واستهدفت المهمة التي قامت بها إنهلدر و بياجيه تقييم قدرة الأطفال (والفتيان) على استبعاد المتغيرات (المستقلة) غير المؤثرة في الموقف بعد عزلها.



ولتوضيح خلفيته المهمة، فإن البندول عبارة عن خيط معلق من نقطة ما وفي نهايته ثقل. وإذا تم سحب الخيط إلى نقطة مثل (أ) ثم تركه فإنه يتحرك ذهابًا وجيئة بين أ،ب عددًا من المرات قبل أن يتوقف ويعود إلى وضع الاتزان الرأسي (د جـ). المسافة بين النقطتين (أ، ب) تعرف بـ «سعة الاهتزازة». أما الزمن الذي يأخذه البندول في الحركة من (أ) إلى (ب) ثم العودة إلى (أ) فيعرف بـ «الزمن الدوري» أو «زمن الاهتزازة الكاملة». أي أن «الاهتزازة الكاملة» تعادل ضعف المسافة بين (أ، ب). بالإضافة إلى ذلك، فإن عدد الاهتزازات الكاملة التي يقوم البندول بعملها في الثانية الواحدة هي ما يسمى «تردد البندول».

أيضًا، فإنه من المعروف أن المتغير (المستقل) الوحيد المؤثر على الزمن الدوري (المتغير التابع) هو طول البندول. فكلما زاد طول الخيط (البندول) زاد تردد البندول (أي عدد الاهتزازات الكاملة التي يقوم البندول بعملها في الثانية الواحدة).

توجد متغيرات أخرى تبدو ظاهريًا أن لها علاقة بتردد البندول. وهذه المتغيرات (الخادعة) هي: كتلة الثقل المعلق في نهاية الخيط -ارتفاع (بُعد) النقطة التي يتم منها إطلاق البندول -القوة التي يتم بها دفع البندول.

وفي مهمة البندول، فإن المجرب يطلب من المفحوص أن يوضح الكيفية التي يمكن بها تحديد المتغير أو المتغيرات المؤثرة على تردد البندول (أي على عدد الاهتزازات الكاملة التي يقوم البندول بعملها في الثانية الواحدة). بطبيعة الحال، فإن السؤال الذي يقدم للمفحوص يعرض بشكل أبسط، كأن يقال له: نريد أن نعرف ما الذي يمكن أن يجعل هذا الخيط يتحرك ذهابًا وإيابًا بشكل أسرع.

ولتحقيق ذلك الهدف كانت المهمة تتضمن بندولاً يمكن تغيير طوله من النقطة المعلق منها، وعدداً من الأثقال المختلفة التي يمكن وضعها في نهايته (عند جـ)، وساعة إيقاف.

وقد أوضحت النتائج أن الأطفال يسيرون في تطورهم العقلي عند التعامل مع هذه المهمة في نفس المراحل التي ساروا فيها عند التعامل مع مهمة القضبان المرنة، أي أنهم لا يستطيعون التعامل بشكل منظم مع الموقف قبل بلوغهم الرابعة عشرة أو الخامسة عشرة.

عند هذه السن فإنهم يفترض فيهم أن يدركوا أن هناك أربعة متغيرات مستقلة محتملة، هي:

١- طول البندول.

٢- مقدار الثقل.

٣- بُعد نقطة الانطلاق.

٤- القوة التي يتم بها دفع البندول.

المطلوب إذن تثبيت أثر جميع المتغيرات وتغيير قيم متغير واحد فقط لمعرفة أثر هذا التغيير على تردد البندول. فعلى سبيل المثال، يتم الإبقاء على مقدار الثقل كما هو، وعلى بُعد نقطة الإنطلاق، وعلى القوة التي يتم بها دفع البندول مع تغير طول البندول أكثر من مرة، وحساب تردد البندول في كل مرة لمعرفة أثر تغيير طول البندول على تردده.

في المرة الثانية يتم تثبيت أثر (١، ٣، ٤) وتغيير قيم مقدار الثقل عدداً من المرات لمعرفة أثر ذلك على تردد البندول. وهكذا يتم تكرار نفس الأمر بتثبيت (١، ٢، ٤) وتغيير قيم (٣)، ثم تثبيت قيم (١، ٢، ٣) مع تغيير قيم (٤).

بهذا العمل المنظم، وبإجراء توافيق وتباديل بشكل إجرائي، يمكن معرفة المتغير (أو المتغيرات) المؤثر على تردد البندول واستبعاد المتغيرات الخادعة.

نؤكد مرة أخرى أن الأعمار التي حددتها إنهلدر و بيـاجيه هي أعمار استرشادية فقط، فربما يحتـاج الفرد سنوات أكثر بكثير مما حدد أنه حـتى يستطيع التعامل مع مثل هذه المواقف بشكل منظم.

المهمة الثالثة: الكرة المتدحرجة على سطح مائل:

أجرى جود (Good, 1973) دراسة على واحد وتسـعين طالبًا جامعـيًا تضمنت سؤالاً تحريريًا استهدف تقييم قدرة هؤلاء الطلاب على تحليل بيانات ثم تجميعها من إحدى تجارب العلوم لمعرفة العوامل (المتـغيرات) المؤثرة على زمن تدحرج كرة على سطح مائل. والبيانات المستقاة من التجربة مدونة في الجدول التالي:

رقم التجربة	نوع الكرة	قطر الكرة	كتلة الكرة (الجرام)	لون الكرة	زاوية الميل	زمن التدحرج (الثانية)
أ	جوفاء	٢	٥٠	أحمر	١٠	٥
ب	مصمتة	٢	٥٠	أحمر	١٠	٥
جـ	جوفاء	٢	٥٠	أحمر	١٠	٥
د	مصمتة	٣	٥٠	أحمر	١٠	٥
هـ	جوفاء	٢	٣٥	أحمر	١٠	٥
و	مصمتة	٣	٣٥	أزرق	١٠	٣
ز	جوفاء	٣	٥٠	أحمر	٢٠	٣
ح	مصمتة	٢	٣٥	أحمر	١٠	٥

كان يطلب من كل طالب أن يقوم بفحص البيانات المتضمنة في الجدول لتحديد تلك العوامـل (المتغيـرات) التي يفتـرض أنها مؤثرة على زمن تدحـرج الكرة على السطح المائل (المتغير المستقل). والمتغيرات (المستقلة) المتضمنة في الجدول هي: نوع الكرة (جـوفـاء -مصـمـتـة)، قطر الكرة، كـتلة الكرة، لون الكرة، زاوية مـيل السطح.

التعامل مع البيانات الموضحة في الجدول يتطلب استخدام مدخل عقلي منظم، وذلك على النحو التالي:

١- فحص البـيانات المتضمنة في السطرين الأول والثـاني (أ،ب) حيث توضح

هذه البيانات أن جميع المتغيرات (المستقلة) قيمها ثابتة ما عدا نوع الكرة (جوفاء - مصمتة). وبفحص زمن التدحرج، فإنه كان في حالة الكرة الجوفاء (٥ ثانية) هو نفسه في حالة الكرة المصمتة، وهنا تأكدنا أن نوع الكرة لا تأثير له على زمن التدحرج، فسواء كانت الكرة مصمتة، أم مجوفة فالأمران يستويان فيما يتعلق بالعلاقة بزمن التدحرج.

٢- عندما ننتقل إلى السطرين الثالث والرابع (جـ،د) نجد أن قطر الكرة لا يؤثر في زمن التدحرج، ذلك أن جيع القيم الخاصة بالمتغيرات الأخرى تم تثبيتها ما عدا متغيرين:

أ- نوع الكرة (جوفاء -مصمتة). وقد ثبت لنا في الخطوة الأولى أنه لا تأثير له على زمن التدحرج.

ب- قطر الكرة (٢سم، ٣سم)، وطالما أن زمن التدحرج قد بقي كما هو دون تغيير فإن ذلك يعني أنه لا تأثير لنوع لقطر الكرة على زمن التدحرج.

لقد تأكدنا حتى الآن أنه لا تأثير لنوع الكرة وقطرها على زمن التدحرج، وهذا يعني استبعادهما كمتغيرين مستقلين محتملين.

لقد بقي لنا الآن ثلاثة متغيرات نريد أن نعرف ما إذا كان لها علاقة بزمن التدحرج أم لا، وهي: كتلة الكرة، ولون الكرة، وزاوية ميل السطح.

٣- إذا ما انتقلنا إلى السطرين الرابع والخامس (د، هـ) نجد أن كتلة الكرة مختلفة في الحالتين (٥٠، ٣٥)، مع ثبات اللون (الأحمر) وزاوية ميل السطح (١٠ْ) علينا أن نتذكر أنه قد اتضح لنا في الخطوتين (١ ، ٢) أنه لا علاقة لأي من نوع الكرة ولا قطرها بزمن التدحرج. وهنا نجد أن الكتلتين مختلفتان، ومع ذلك فإن زمن التدحرج قد بقي كما هو. إن هذا يعني أن كتلة الكرة لا علاقة لها بزمن التدحرج.

الآن تأكدنا من أن هناك ثلاثة متغيرات لا علاقة لها بزمن التدحرج، وهي: نوع الكرة، قطر الكرة، كتلة الكرة.

بقي لنا الآن متغيران نريد معرفة ما إذا كان لأي منهما، أو لهما معًا، علاقة بزمن التدحرج: لون الكرة -زاوية ميل السطح.

٤- ننتقل الآن إلى السطرين الخامس والسادس (هـ، و)، حيث توجد كرتان؛ إحداهما لونها أحمر وزمن تدحرجها (٥ ثانية)، والأخرى لونها أزرق وزمن تدحرجها (٣ ثانية). زاوية ميل السطح ثابتة، والكتلة أيضًا ثابتة (٣٥ في الحالتين) رغم أنه قد اتضح لنا من قبل أنه لا علاقة لها بزمن التدحرج. كذلك الأمر مع نوع الكرة وقطر الكرة، فلقد ثبت لنا من قبل أنه لا علاقة لها بزمن التدحرج.

إذن، ووفقًا للبيانات الموجودة في الجدول، فإن لون الكرة له تأثير على زمن التدحرج، ذلك أن الكرة الحمراء كان زمن تدحرجها خمس ثوان، والكرة الزرقاء كان زمن تدحرجها ثلاث ثوان.

المتغير الوحيد الذي ثبتت علاقته حتى الآن بزمن التدحرج هو لون الكرة.

بقي لنا متغير أخير نريد أن نحدد ما إذا كانت له علاقة بزمن التدحرج أم لا، وهو زاوية ميل السطح الذي تتدحرج عليه الكرة.

٥- عندما ننتقل إلى السطرين السابع والثامن (ز، ح) نجد أن:

أ- نوع الكرتين مختلف (جوفاء مقابل مصمتة)، ولكن ثبت لنا من قبل أنه لا علاقة له بزمن التدحرج.

ب- قطر الكرتين مختلف (٣سم، ٢سم)، ولكن ثبت لنا من قبل أنه لا علاقة له بزمن التدحرج.

جـ- كتلة الكرتين مختلفة (٥٠، ٣٥)، ولكن ثبت لنا من قبل أنه لا علاقة لها بزمن التدحرج.

د- لون الكرتين واحد. أي أننا قد قمنا هنا بتثبيت أثر المتغير الذي يحتمل أن يتداخل مع أثر زاوية الميل، بحكم أنه قد ثبت لنا من قبل أن له علاقة بزمن التدحرج.

هـ- زاوية ميل السطح (في إحدى المرتين ٢٠°، وفي الثانية ١٠°).

توضح بيانات الجدول أن زمن التدحرج يتناسب تناسبًا عكسيًّا مع زاوية الميل، فعندما كانت زاوية ميل السطح ٢٠ْ كان زمن التدحرج ثلاث ثوان، وعندما كانت زاوية الميل ١٥ْ كان من زمن التدحرج خمس ثوان.

لقد اتضح لنا من خلال استخدام هذا المدخل المنظم أن هناك متغيرين مستقلين لهما علاقة بالمتغير التابع (زمن التدحرج) وذلك وفقًا لما أوضحته البيانات المجدولة:

لون الكرة، وزاوية ميل السطح الذي تتدحرج عليه الكرة.

كما اتضح لنا أن هناك متغيرات ثلاثة تمّ استبعادها نتيجة تأكدنا، وفقًا لبيانات الجدول، من عدم وجود علاقة بينها وبين زمن التدحرج، وهي: نوع الكرة، قطر الكرة، كتلة الكرة.

ليتك عزيزي القارئ؛ الأب أو المعلم، تراجع ثانية المدخل المنظم للتفكير في التعامل مع هذا الموقف وفي المواقف السابقة، ثم تسأل نفسك بعد ذلك عن الكيفية التي يمكن أن تكون عليها الحياة العقلية لأبنائنا لو اتسمت طريقة تفكيرهم بهذا النسق من النظامية.

نعود إلى نتائج دراسة جود هذه لنرى ما تقوله لنا. توضح النتائج أن نسبة تراوحت بين ٣٤٪، ٣٧٪ من أفراد العينة (٩١ طالبًا جامعيًّا) هم الذين أجابوا فقط إجابة صحيحة على السؤال.

ولقد أثارت هذه النتيجة بعض التساؤلات حول قدرة الطلاب في هذه السن على التعامل مع أكثر من متغيرين في المواقف التجريبية. ونوجه هذا التساؤل إلى مطوري المناهج لأخذ مثل هذا الأمر في الحسبان عند اختيار المواقف التجريبية التي سيتعامل معها الطلاب في المرحلتين الثانوية والجامعية. إلا أن ذلك لا يعفينا، كآباء وكمربين، من ضرورة استثمار كافة المواقف لتأهيل أبنائنا على كيفية التعامل معها باستخدام مدخل منظم في التفكير، ومن ابتكار مواقف تتضمن متغيرات يتفاعلون معها فيزيقيًّا وعقليًّا واجتماعيًّا بما يمكّنهم من بلوغ مرحلة التفكير العملياتي الشكلي في توقيت مناسب.

سابعاً: المنطق الافتراضي

Propositional Logic

يعكس التفكير الافتراضي قدرة الفرد على استخدام نظام توافيقي كامل يمكّنه من عزل المتغيرات وضبطها، ومن توظيف مدخل فرضي -استدلالي عام في حل ما يواجهه من مشكلات. عندما يتوافر لدى الفرد مثل هذا النظام الذي يمكنه من عمل كل التوافيق والتباديل الممكنة فإنه يمكن لنا، عندئذ، أن نستنتج أن هذا الفرد قد أصبحت لديه القدرة على ممارسة عمليات التفكير الشكلي بشكل إجرائي ووظيفي.

كيف يمكن التمييز بين القابليات العلمية والرياضية لدى فرد قبل اكتمال قدرته على استخدام التفكير الافتراضي وبين هذه القابليات بعد تطور قدرته على ممارسة التفكير الافتراضي؟

في مرحلة ما قبل التفكير الافتراضي تكون قدرة الفرد على استخدام نظام من التوافيق والتباديل (إعداد المجموعات المؤتلفة) محدودة، ومن ثم تقتصر قدرته على حل مشكلة ما على ما يواجهه في موقف حسي ما. أما عندما تكتمل قدرة الفرد على ممارسة التفكير الافتراضي، فإنه يصبح لديه نظام كامل من التوافيق والتباديل يستطيع من خلاله توقع كل الاحتمالات الممكنة، ولو على المستوى النظري أو المثالي أو الافتراضي. فهو يستطيع أن يفترض ما يمكن افتراضه منطقياً حتى لو لم يكن ذلك مطلوباً من الناحية العملية.

ولتوضيح هذا الأمر، فلنقارن هنا بين النظام التوافيقي لدى الفرد قبل اكتمال قدرته على ممارسة التفكير الافتراضي وبين النظام التوافيقي لديه بعد اكتمال هذه القدرة، وذلك من خلال مثال بسيط. لنفترض أن فرداً ما قام باستقصاء علاقة العامل (المتغير المستقل) (س) بالعامل (المتغير التابع) (ص). إذا لم يكن النظام التوافيقي لدى هذا الفرد قد اكتمل، وقام بعمل بعض التوقعات عن العلاقة بين (س، ص) فإن تفكيره سوف يقتصر على تشكيل المجموعات المؤتلفة التالية:

أ- س. ص (وتعني أن ص تظهر مع وجود س).

ب- س. صَ (وتعني أن ص لا تظهر في وجود س).

جـ- سَ. ص (وتعني أن ص تظهر في حال غياب س).

ء- سَ. صَ (وتعني أن ص لا تظهر وأن س غير موجودة).

أما في حالة تمكن الفرد من ممارسة التفكير الافتراضي، فإنه يكون قادرًا على تشكيل كل المجموعات المؤتلفة (التوافيق والتباديل) الممكنة، حتى لو لم يكن مطلوبًا التحقق من صحة كل توافقية من التوافيق المشكَّلة تجريبيًا في دنيا الواقع. فكل احتمالية يقوم بها الفرد تمثل تجمعًا فرضيًا معينًا.

ولمزيد من التوضيح، فلقد رأينا في المثال أعلاه أن التجمعات البسيطة للفئات أدت إلى تكوين أربع مجموعات توافقية فقط تربط ما بين المتغير التجريبي (س) والنتيجة (ص). ولكن إذا ما استخدمنا نظام المنطق الافتراضي، فإنه ينتج لدينا ست عشرة مجموعة توافقية. وكمثال على ذلك، نفترض أن (س) (المتغير التجريبي) عبارة عن مادة كيميائية معينة تدخل في تفاعل كيميائي يفترض (أو لا يفترض) أن يؤدي إلى نتيجة معينة (متغير تابع) ص. فما هي الاحتمالات المتوقعة عن العلاقة بين س، ص؟

١- س. ص (ص تظهر في وجود س).

٢- س. صَ (ص لا تظهر في وجود س).

٣- سَ. ص (ص تظهر في غياب س).

٤- سَ. صَ (ص لا تظهر، س غير موجودة).

٥- (س. ص) أو (س. صَ) (١ أعلاه أو ٢ أعلاه).

٦- (س. ص) أو (سَ. ص) (١ أعلاه أو ٣ أعلاه).

٧- (س. ص) أو (سَ. صَ) (١ أعلاه أو ٤ أعلاه).

٨- (س. صَ) أو (سَ. ص) (٢ أعلاه أو ٣ أعلاه).

٩- (س. صَ) أو (سَ. صَ) (٢ أعلاه أو ٤ أعلاه).

١٠- (سَ. ص) أو (سَ. صَ) (٣ أعلاه أو ٤ أعلاه).

١١- (س. ص) أو (س. صَ) أو (سَ. ص) (١ أعلاه أو ٢ أعلاه أو ٣ أعلاه).

١٢- (س. ص) أو (س. صَ) أو (سَ. صَ) (١ أعلاه أو ٢ أعلاه أو ٤ أعلاه).

١٣- (س. ص) أو (سَ. ص) أو (سَ. صَ) (١ أعلاه أو ٣ أعلاه أو ٤ أعلاه).

١٤- (س. صَ) أو (سَ. ص) أو (سَ. صَ) (٢ أعلاه أو ٣ أعلاه أو ٤ أعلاه).

١٥- (س.ص) أو (س.صَ) أو (سَ.ص) أو (سَ.صَ) (١ أو ٢ أو ٣ أو ٤).

١٦- (س. ص) أو (س. صَ) أو (سَ. ص) أو (سَ. صَ) (ليست ١ أو ٢ أو ٣ أو ٤).

مرة ثانية نؤكد أن هذه المجموعات التوافيقية المؤتلفة هي مجرد احتمالات نظرية أو افتراضات ليس من الضروري أن يتم اختبارها جميعها في الموقف التجريبي، ذلك أن الموقف التجريبي قد لا يحتمل كل هذه التوافيق والتباديل، فضلاً عن عدم منطقية اختبارها جميعًا بشكل عملي. فعلى سبيل المثال، لو أن المادة (س) أدخلت في التفاعل ولم تظهر النتيجة (ص)، عندئذ فإن المجرب يستنتج أن (س) ليست عاملاً سببيًّا مؤديًا إلى (ص). والعكس أيضًا صحيح ويؤدي إلى نفس الاستنتاج. فلو ظهرت (ص) في غير وجود (س)، فإن ذلك يعني أن (س) ليست عاملاً سببيًّا مؤديًا إلى (ص)؛ لأن (ص) ظهرت في غياب (س). وبناء على ذلك، فإن اختبار صحة العلاقتين (س. صَ) (سَ. ص) سوف تؤدي إلى استنتاج واحد هو أنه لا توجد علاقة سببية بين (س، ص).

نحن هنا تحدثنا عن علاقة بين متغيرين فقط أحدهما يفترض أنه مستقل (س) والآخر هو المتغير التابع (ص). وقد اتضح أنه لا توجد علاقة بينهما، ومن ثم لا يمكن عد المتغير (س) متغيرًا مستقلاً في هذه الحالة، أي من زاوية علاقته بالمتغير (ص)، ولكنه يمكن أن يكون مستقلا (مؤثرًا) في حالات أخرى. ولكن الأمر، كما كما سبق أن أوضحنا، ليس دائمًا على هذا القدر من البساطة

والمباشرة. وهذا الأمر يستلزم من المجرب أن يكون قادراً على إدراك واستبصار كل العلاقات المحتمل وجودها بين المتغيرات (المستقلة) وبين النتيجة أو النتائج (المتغيرات التابعة). وهذا يعني أنه لو كان الاقتران البسيط (س. ص) أو نقيض هذا الاقتران (سَ. صَ) هو المستخدم لتقرير علاقة «السبب والنتيجة» بين المتغير (س) والنتيجة (ص) فمن المحتمل جداً أن يكون الاستنتاج المتوصل إليه عن العلاقة السببية في هذه الحالة خاطئًا؛ لأن الأمر عادة يكون أكثر تعقيداً من ذلك.

ولتوضيح ذلك، فإن تجربة القضبان المرنة، المشار إليها في الجزء الخاص بـ «تحديد وضبط المتغيرات، تتضمن خمسة متغيرات مستقلة يتوقع أن يكون لها تأثيرها على الناتج (انثناء القضيب)، وهي: الطول الفعال للقضيب - مقدار الثقل الموضوع عند طرف القضيب فوق سطح الماء - نوع المادة المصنوع منها القضيب - طول محيط القضيب - شكل القضيب.

للتحقق مما إذا كانت توجد علاقة سببية بين أي من، (أو كل)، هذه المتغيرات وبين الناتج (درجة انثناء القضيب)؛ فإن الأمر يستلزم استخدام نظام توافيقي إجرائي من قِبل الفرد يمكّنه من تشكيل المجموعات المؤتلفة المختلفة المطلوبة للتحقق من وجود هذه العلاقات.

ولمزيد من التوضيح، فلنفترض أن الموقف التجريبي به المكونات التالية:

س = قضيب طويل   سَ = قضيب قصير.

ص = قضيب ثقيل (في طرفه ثقل كبير)   صَ = قضيب خفيف (في طرفه ثقل صغير).

ح = قضيب نحاس   حَ = قضيب من غير النحاس.

ق = قضيب ذو محيط كبير   قَ = قضيب ذو محيط صغير.

د = قضيب محيطه دائري   دَ = قضيب محيطه مربع.

ن = درجة انثناء كبيرة   نَ = درجة انثناء صغيرة.

إذا ما رجعنا إلى النظام التوافيقي الذي سبق عرضه والذي تضمن متغيرًا واحدًا (س) مع النتيجة (ص) فلقد وجدنا أنه كانت هناك ست عشرة مجموعة مؤتلفة ممكنة من الناحية النظرية. أما إذا كان لدينا متغيران ونتيجة واحدة، فإن عدد المجموعات المؤتلفة الممكنة، من الناحية النظرية، يصل إلى ٢٥٦ مجموعة! فما بالنا لو كان لدينا خمسة متغيرات مستقلة ونتيجة واحدة، كما هو الحال في مهمة القضبان المرنة؟

إذن مطلوب منا في هذه الحالة البحث عن إستراتيجية ما يتم بموجبها اختزال عدد المتغيرات في نظام توافيقي مختصر ولكنه فعال في نفس الوقت. وهذا ما قمنا بتوضيحه في الجزء الخاص بـ«تحديد وضبط المتغيرات»، ولكننا فقط نعيد التذكير به والتعبير عنه باستخدام لغة ورموز المنطق الافتراضي. تتلخص الإستراتيجية، كما سبقت الإشارة في حينه، إلى اختيار قضبين متماثلين في كل شيء ما عدا شيئًا واحدًا تتم تغيير قيمه لمعرفة أثر هذا التغيير على درجة انثناء القضيب عند طرفه فوق سطح الماء. وإذا ما اخترنا المتغير الخاص بالمحيط (ق، قَ) لمعرفة أثره على درجة الانثناء (ن) فإنه يمكننا في هذه الحالة التعبير رمزيًا عن الإستراتيجية كما يلي:

(س. ص. ح. ق. د. ن) أو (س. ص. ح. قَ. د. ن)

هذا التعبير الرمزي يعني أن القضبين متماثلان في كل شيء ما عدا المحيط، حيث إن أحدهما محيطه كبير (ق) والآخر محيطه صغير (قَ). مثل هذا الإجراء يختزل عدد المتغيرات الفعالة إلى متغير واحد فقط، وهو طول المحيط في حالتنا هذه. فإذا وجدنا، مثلاً، أن درجة الإنثناء كانت واحدة في الحالتين (المحيط الكبير والمحيط الصغير) فإنه من المنطقي، عندئذ، أن طول محيط القضيب بمفرده لا يؤثر في درجة انثنائه. أما لو كانت النتيجة هي اختلاف درجة الانثناء فيتم التعبير رمزيًا عن ذلك على النحو التالي:

(س. ص. ح. ق. د. نَ) أو (س. ص. ح. قَ. د. ن).

وهذا التعبير الرمزي يوضح أنه كلما كان طول المحيط كبيرًا كانت درجة الانثناء صغيرة، وكلما كان طول المحيط صغيرًا كانت درجة الانثناء كبيرة، وذلك مع

ثبوت أثر المتغيرات الأخرى (س، ص، ح، د). أي أن هناك علاقة تناسب عكسي بين طول المحيط وبين درجة الانثناء.

وبنفس الكيفية يتم اختبار أثر المتغيرات الأخرى، واحدًا تلو الآخر، على المتغير التابع، علينا أن نلاحظ هنا العبارة «مع ثبوت أثر المتغيرات الأخرى».

هذه العبارة تمثل معلمًا مميزًا من معالم المفكر العملياتي الشكلي؛ حيث إنها تشير إلى نظامية المدخل الذي يستخدمه في التعامل مع الموقف.

لعلنا، عند هذا الحد، قد أدركنا أن مخططات التفكير العملياتي الشكلي تتسم بتماسكها واتساقها مع بعضها البعض. ففي الأجزاء السابقة، ونحن نتناول الكيفية التي يتعامل بها المفكر الشكلي مع أي موقف من المواقف، نجد أن هناك مخططات عقلية معينة تعمل بشكل مشترك في الموقف، بدرجة أو بأخرى، وبصورة متسقة مع بعضها البعض. هكذا وجدنا الأمر في حالة كل من التوافيق والتباديل، التناسبات، الارتباطات والتخلص من التناقضات التجريبية، تحديد وضبط المتغيرات، استخدام التفكير الافتراضي.

نحن، عزيزي القارئ، ندرك أن العرض المتضمن هنا والخاص بمرحلة العمليات الشكلية ليس على نفس القدر من المحسوسية والواقعية التي كانت لمرحلة العمليات الحسية، ولكنها طبيعة المرحلة. فإذا لم نسهم بدورنا في مساعدة أبنائنا على بلوغ مرحلة التفكير العملياتي الشكلي في التوقيت المناسب، فإنه سوف تظل هناك علامات استفهام وتساؤلات حول قابلياتهم العلمية والرياضية.

***

ثامنًا: مجموعة INRC
The INRC Group
(التطابق - النقض- التبادلية- الارتباطية)

تشير الرموز INRC إلى مصطلحات أربعة عدها بياجية بمثابة نموذج منطقي يصف الكيفية التي يفكر بها المفكر العملياتي الشكلي في عملية ربط العلاقات الستة عشر (السابق الإشارة إليها) في نظام ديناميكي. والمصطلحات التي تشير إليها تلك الرموز هي:

١- التطابق أو التماثل Identity (1)

٢- النقض أو العدم Negation (N)

٣- التبادلية Reciprocity (R)

٤- الارتباطية Correlativity (C)

والتطابق، ببساطة، هو العملية التي لا تؤدي إلى تغيير في قيمة شيء معين، وذلك عن طريق إضافة لا شيء لهذا الشيء. أي أن هذه العملية التحويلية (التطابق) لا تؤدي إلى إحداث تغيير في الشيء. إن التطابق هو الحفاظ على التماثل بين شيئين كما هو.

أما النقض أو العدم فهو، كما أوضحنا في التفكير الانعكاسي، العملية التي عن طريقها يمكن جعل قيمة أي مقدار هي الصفر، وذلك عن طريق دمجه مع المقدار المعاكس له (على سبيل المثال: أ - أ = صفر). وبالمعنى الفيزيقي، فإن النقيضية أو العدمية تعني إبطال أو إلغاء عملية معينة عن طريق حذفها أو استبعادها بشكل فعلي. فعلى سبيل المثال ففي تجربة الميزان ذي الذراع الواحد، لو أن الميزان كان متزنًا تحت تأثير كتلتين (ك١، ك٢) تبعدان عن محور الارتكاز مسافتي (ف١، ف٢)، ثم أضيفت أثقال إلى الكتلة (ك١) فإن الاتزان يختل. لإعادة الميزان إلى

وضع الاتزان يمكن نزع الأثقال الإضـافية التي أضيفت إلى الكـتلة (ك١). عملية إعادة الاتزان بهذه الطريقة هي عملية الإبطال عن طريق النقيضية أو العدمية.

أما بالنسبة للتبادليـة، فهي ذلك الفعل الذي يُحدث توازنًا في العملية دون إبطال أو إلغاء للفعل الأول. ففـي المثال السابق، قمنا بنزع الأثقال الإضافـية التي أضيفت إلى (ك١) حتى يعـود الاتزان. يمكن إعادة الاتزان بطريقـة أخرى -هي التبـادلية- وذلك إما بتـحريك الكتلة (ك٢) ابتعـادًا عن محور الارتكاز، أو عن طريق إضـافة أثقال أخرى إلى الكتلة (ك٢) في الجهة الأخرى -يعود الاتزان إلى وضع الاتزان.

وبالنسبة للارتبـاطية، فهي العملية التي بموجبـها يتم الاحتفاظ بالتناسـبات كما هي. في حالة الميزان ذي الذراع الواحدة (راجع الجزء الخاص بالتناسبات) فإن:

$$ك١ \times ف١ = ك٢ \times ف٢$$

$$\therefore \frac{ك١}{ك٢} = \frac{ف٢}{ف١}$$

وهذا يعني أن العلاقة الارتباطية بين الكـتلة والمسافة هي علاقة تناسب عكسي؛ بحيث يتم تحريك الكتلة الأكبر إلـى الداخل أو الكتلة الأصغر إلى الخارج؛ بحيث يظل ذراع الميزان في حالة اتزان، وتبقى العلاقة التناسبية:

$$\frac{ك١}{ك٢} \qquad \frac{ف٢}{ف١}$$

كما هي في حالة اتزان.

لعله من المناسب هنا أن نشـير إلى أن بيـاجية يـطلق على مثل هذه العـلاقات التناسبية «الاحـتفاظ المتقدم» advanced conservation، فلم يعد الاحتفاظ قاصرًا على المفاهيم الحـسية التي تناولناها فـي مرحلة العمليات الحـسية، وإنما يمتـد أيضًا ليشمل علاقات التناسب هذه.

***

خاتمة

الصورة العقلية للفرد في مرحلة العمليات الشكلية

عندما نتتبع ما تم عرضه في الصفحات السابقة فإننا نجد أنفسنا أمام منظومة من المخططات التي تشكل جوهر البنية العقلية للفرد في مرحلة العمليات الشكلية. وتتشكل هذه المنظومة من المخططات التالية:

التوافيق والتباديل (المجموعات المؤتلفة) -التناسبات -الارتباطات- الاحتمالات- استبعاد التناقضات التجريبية -تحديد وضبط المتغيرات- المنطق الافتراضي- مجموعة INRC (التطابق، النقض، التبادلية، الارتباطية).

ولعله قد اتضح لنا من خلال العرض السابق أنه يتعذر أن نتناول مخططًا معينًا بالدراسة دون أن نجد تداخلاً من المخططات الأخرى. فلقد وجدنا، على سبيل المثال، أنه لا يمكن دراسة مخطط التناسبات دون أن يكون هناك استيعاب مفاهيمي لمخططات أخرى؛ مثل «تحديد وضبط المتغيرات»، و«الارتباطات»، و«التفكير الانعكاسي».

كما وجدنا أيضًا أن مخطط «المنطق الافتراضي»، وإن كان استخدامه يتطلب في كثير من الأحيان تجاوز حدود دنيا الواقع، يعد بمثابة مخطط شامل يتضمن في داخله مخططات أخرى، في القلب منها قدرة الفرد على استخدام نظام توافيقي وتباديلي كامل بشكل منظم وإجرائي.

لا يفوتنا هنا أن نؤكد أيضًا أن مرحلة العمليات الشكلية هي امتداد تطوري طبيعي لمرحلة العمليات الحسية. وهذا يعني أن التطور العقلي يتسم بالتدريجية والاستمرارية، وتنتفي عنه سمة الفجائية والانعزالية والانفصالية بين كل مرحلة وأخرى. وبناء على ذلك، فإن تقديمنا هذا الملخص للمخططات التي تتطور خلال مرحلة العمليات الشكلية قد لا يخلو من إشارة إلى مفاهيم ومخططات ما من مرحلة العمليات الحسية.

وفيـما يلي توضيح مـوجز لأهم السمـات التي تميز المفكر العمـلياتي الشكلي، وذلك في ضوء ما عرضناه في الصفحات السابقة:

١- يبدأ الفرد في تلك المرحلة ممارسـة التفكير الاستنتاجي المؤسس على اسـتخدام الافتراضات والفروض، ويصبح لديه نظام من المخططات التي تمكنه من تعرف ما هو ممكن من الناحية الافـتراضية. ويعقب ذلك استخدام المواقف التـجريبية للتحقق من هذه الافتراضات.

لو قارنا ذلك بما كـان يحدث في مـرحلة العمليات الحـسية لـوجدنا أن المفكر الحسـي كان يتعـامل مع الأفكار الخـاصة بالتـصنيف والترتيب والتـسلسل، إلخ. بأسلوب (خطوة خطوة) وليس وفقًا لنظام متكامل من المخططات العقلية.

٢- عندما يجـد الفرد، في مرحلة العـمليات الشكليـة، نفسه في مـوقف تجريبي معـين، فإنه ووفـقًا لما لديه من نظـام توافيقـي إجرائي ومن قدرة عـلى عزل المتغيرات، يستطيع عـزل المتغيرات المتضمنة في الموقف وتغيير قيـم متغير واحد لمعرفة أثر ذلك على النتيجة.

وهــذا الأمــر يختـــلف عمــا كان يـحدث في مرحلة العـمليات الحسـية، حيث لا يستطيع الطفل عـزل المتغيرات عن بعضهـا في الموقف التجريبي، ذلك أن مخططات عزل المتغيرات لم تكن قد اكتملت لديه.

٣- يتمـيز المفكر العمـلياتي الشكلي بوجود «نظام تـوافيقي إجـرائي كامل» لديه، يمكنه من فـحص كل التـوافيـق والتبـاديل الممكنة والخـاصة بـالعلاقـات بين المتغيرات. هذا النظام لم يكن متوافرًا لدى الطفل في مرحلة العمليات الحسية؛ حيث كان أقصى ما يمكنه القيام به هو إجراء تناظر (واحد -مقابل- واحد).

٤- تتطور فكرة الانعكاسية لدى المفكر العملياتي الشكلي؛ حيث يصبح قادرًا على استـخدام النقيضـية والتبـادلية بشكل متـبادل يمكّنه من الاحتـفاظ بـ «الاتزان الديناميكي» في نظام معين يتـضمن أكثر من متغير (كـما حدث في الميزان ذي الذراع الواحدة).

وهذا التطور يجعله مختلفًا عما كان عليه في مرحلة العمليات الحسية، حيث كان التفكير الانعكاسي يستخدم بشكل محدود إما عن طريق النقض أو عن طريق التبادلية وليس وفقًا لنظام متكامل.

٥- يتميز المفكر العملياتي الشكلي بقدرته على ضبط المتغيرات المتضمنة في موقف ما وذلك بشكل منظم، وهو ما لم يكن يحدث في مرحلة العمليات الحسية حيث لا توجد جهود منظمة لعزل وضبط المتغيرات.

٦- في مرحلة العمليات الحسية تكون فكرة «الارتباطات» ضبابية وغير مكتملة وتقتصر على العلاقات البسيطة المباشرة، وإذا تجاوز الأمر ذلك تبدأ الأخطاء في الظهور. أما في مرحلة العمليات الشكلية، فإن مخطط الارتباطات يكتمل، ويصبح الفرد قادراً على تعميم المخطط عند التطبيق بحيث يكون مستوعبًا لمعنى أن يكون ارتباط ما مساويًا ١/٦ أو ١/٣ أو ١١/٣، إلخ.

٧- يمكن في مرحلة العمليات الشكلية تطبيق مخطط «التناسبات» على نطاق واسع وذلك في حل مشكلات عديدة، وذلك في تطور لافت لما كان يحدث في مرحلة العمليات الحسية؛ حيث كانت الفكرة تستخدم فقط في الحالات التي تتسم بالبساطة.

٨- في مرحلة العمليات الشكلية يمكن للفرد تتبع التناقضات التجريبية وعزلها وحلها بشكل منظم، وذلك بسبب توافر النظام التوافيقي الكامل لدى الفرد، وهو ما لم يكن متوافراً في مرحلة العمليات الحسية.

٩- مخطط «الاحتفاظ» في مرحلة العمليات الشكلية يتجاوز حدود البيئة المادية المحيطة بالفرد، كما رأينا في فكرة الاحتفاظ بالاتزان الديناميكي للنظام.

١٠- في مرحلة العمليات الشكلية، فإنه في حالة ما إذا كان الموقف التجريبي يتضمن متغيرات متعددة، فإن المفكر الشكلي يتمكن من اختبار علاقة كل متغير مستقل بمتغير تابع في صورة أزواج.

١١- المفكر العملياتي الشكلي يصبح قادراً على استخدام القاعدة التحققية: «عندما يتم تثبيت أثر كل العوامل والظروف الأخرى، وذلك بشكل إجرائي يعبر عن فهم أصيل».

١٢- المفكر العملياتي الشكلي قادر على استخدام مخطط «مجموعة INRC» بشكل يمكنه من تحويل أي نظام ثنائي إلى نظام إجرائي شامل تترابط فيه الأجزاء معًا.

١٣- المفكر العملياتي الشكلي، بإيجاز، قادر على «التفكير حول التفكير» Thinking about Thinking، فهو قادر على تحليل الأفكار على أساس مدى تطابقها مع نظام فرضي معين، وذلك بالإضافة إلى مدى قابليتها للتطبيق على نظام واقعي معين.

***

القسم الخامس

الفصل الحادي عشر

تضمينات للآباء والمربين

مقدمة:

تناولنا في صفحات هذا الكتاب الكيفية التي تتطور بها القابليات العلمية والرياضية للأطفال، وذلك وفقًا لتصورات عالم النفس السويسري جان بياجيه. كما قدمنا تصورًا للحالة العقلية التي يكون عليها الطفل في كل مرحلة من مراحل حياته، خصوصًا في مرحلتي العمليات الحسية والعمليات الشكلية.

وقد سار الكتاب في عرضه للمفاهيم العلمية والرياضية التي تتطور لدى الفرد على امتداد سنيِّ حياته نحو تصنيفها في ثلاث فئات: مفاهيم وعمليات حاكمة ومتخللة -مفاهيم ومخططات تنمو لدى الطفل في مرحلة العمليات الحسية- مفاهيم ومخططات تنمو خلال مرحلة العمليات الشكلية.

كما أننا حرصنا عند تناولنا للكيفية التي يتطور بها مفهوم أو مخطط معين لدى الطفل أن تبرز ثلاثة أشياء:

أولاً: عرض الخلفية المعرفية والسيكولوجية وراء عملية التطور.

ثانيًا: تقديم عدد من المهمات التي يمكن عن طريقها معرفة مدى اكتساب الطفل لهذا المفهوم أو المخطط.

ثالثًا: تقديم بعض التوجيهات والإرشادات للآباء والمعلمين، والتي تمكِّنهم من تحقيق أمرين:

الأول: تشخيص القابليات العلمية والرياضية لدى الأبناء والمتعلمين.

الثاني: تعرف الكيفية التي يمكن بها تحسين الحياة العقلية لهؤلاء الأبناء والمتعلمين، والتي يمكن عن طريقها الإسراع -بدرجة أو بأخرى- بعملية التطور العقلي لديهم.

ورغم أن الدليل يمتلئ على امتداد صفحاته بموجهات وإرشادات عملية للآباء والمعلمين، إلا أنه تبقى هناك بعض الإشارات التي لا ينبغي أن تفوتنا والتي نعرضها في الصفحات التالية.

مناهج العلوم والرياضيات وإثراء الحياة العقلية للمتعلمين:

لعل المتتبع لحركـة مناهج العلوم والرياضيات على المستويات العالميـة والإقليمية والوطنية يدرك أن تغيرات جذرية قد حدثت في هذه المناهج في السنوات الأخيرة. وما يعـنينا منها هنا على نحـو الخصـوص هو مناهج العلوم والرياضيـات بالمرحلة الابتدائية. لو قـمنا بفحص هذه المناهج منذ عشرين عـامًا، مثلاً، وقمنا بفحـصها اليوم لوجـدنا الحال غير الحـال. ففيمـا مضى كانت هذه المناهج تخـاطب الذاكرة وتسعى نـحو تمكين المتـعلم من ترديد ما يتـعلمه عن ظهـر قلب. أما الآن فـإنها تخاطب عقل المتعلم وتسعى نحو تنمية تفكيره. نحن هنا نتحدث عن المناهج التي يتم إعدادهـا، وليس عن الشكل الذي يتم به تنفيـذها في الواقع الفعـلي، فذلك شأن يطول الحديث فيه.

لماذا حـدث هذا التحـول في توجهـات إعداد مـناهج العلوم والرياضيـات من مخـاطبة وتدريب لملكة الحـفظ والترديد إلى محـاولة لتنميـة التفكير وإثراء الحـياة العقلية للطفل؟ لعل أحد الأسبـاب الرئيسة، إن لم يكن السبب الرئيس، هو تلك الطفرة التي أحدثتها رؤى وتصورات بياجيـه حول الكيفية التي تتطور بها القابليات العلمية والـرياضية لدى الأطفال، وحول الكيـفية التي يمكننا بهـا -ككبار- جعل حياة هؤلاء الأطفـال أكثر ثراء وخصوبة. قد لا يعـرف العديد من الآباء والمعلمين ذلك، وربما لم يسمعوا عن بياجيه أصلاً، ولكنها حقيقة لابد من توكيدها.

فعلى سبيل المثال، فإن منهجًـا من مناهج العلوم على مستـوى الصفوف الأولى من المرحلة الابتـدائية لا يكاد يخلو من محـاولة إكساب الـطفل مهارات عـمليات العلم الأساسـية والتكاملية، وهي إحدى ثمـرات تصورات بياجيـه. أيضًا لا يكاد مقرر من مـقررات الرياضيات يخلو من محـاولة تعويد الطفل على تكوين الأنماط وعلى قياس المحيطات والمسـاحات باستخدام المربعات البيانيـة، وغير ذلك الكثير. كل ذلك وغيره يُعـد توظيفًا مباشـرًا لنتائج بحوث بياجيـه عن التطور العقلي عند الأطفال.

لقد أحدثت تصورات بياجيه عن الكيفية التي تتطور بها المفاهيم والمخططات العقلية هزة قوية على مستوى الفكر التربوي والتطبيق العملي في مجالات العلوم والرياضيات، وذلك في كل مكان في العالم.

فعلى سبيل المثال، بعد أن كانت العملية التعليمية تتمركز حول ما يقوم به المعلم وما يقدمه لطلابه تحول الاهتمام الآن إلى المتعلم وضرورة ممارسته دورًا إيجابيًا نشطًا في عملية التعلم. وإذا كان الواقع الحالي في مدارسنا يختلف عما ينبغي أن يكون، فإن المشكلة ليست في التصورات والرؤى نفسها، وإنما في مجتمع بأكمله يمثل عائقًا أمام أي تطور تعليمي حقيقي. فالمعلم والأسرة والمجتمع والجميع مهمومون فقط بما يستطيع الأبناء أن يحصدوه من درجات، بحق أو بغير حق، سواء كانت هذه الدرجات معبرة عن تعلم حقيقي حققه المتعلمون أم عن إحساس زائف بتعليم لا وجود له.

الذي يعنينا هنا في هذا المقام تحديدًا أن هناك جهودًا حقيقية مبذولة على مستوى تصميم وإعداد مناهج العلوم والرياضيات بالمرحلة الابتدائية تركز على ما يمكن أن يتعلمه الطفل وأن يكتسبه بنفسه وليس على ما يمكن تدريسه له من قِبل المعلم. ونحن هنا نحكم فقط على إيجابية التوجه الرسمي في هذا الصدد، وليس على إخضاع هذه المناهج لتحليل علمي دقيق، فذلك أمر يتجاوز حدود الدليل الحالي، وإن كان يكفينا أن نشير إلى أن هذه المناهج بها العديد من المثالب والإشكاليات تحتاج إلى حل، قبل أن يتم الحكم عليها بأنها تحقق الغرض من إعدادها.

ويكفينا فقط في هذا المقام أن نوضح أنه لكي تحقق هذه المناهج أهدافها في إحداث تنمية عقلية حقيقية للأطفال، على الرغم من نفي بياجيه إمكانية حدوث أي تنمية عقلية عن طريق التعليم الرسمي، فإن هناك بعض التساؤلات تحتاج إلى أن يجاب عنها، مثل:

- هل هناك من الإمكانات والموارد ما يمكِّن المتعلمين من ممارسة تعلم إيجابي نشط أم أن هذه الجهود تظل باقية على المستوى الرسمي فقط؟
- هل هناك مساحة كافية من الوقت متاحة للمتعلمين لممارسة الأنشطة والخبرات المتضمنة في هذه المناهج؟

- هل المعلم على وعي ودراية بالفلسفة التي أعدت في ضوئها هذه المناهج؟ الواقع يؤكد أن المعلم غائب تمامًا عن الفلسفة التي أعدت في ضوئها المناهج.
- هل الأسرة مدركة أن هناك أهدافًا تتجاوز التحصيل، عليها وعلينا جميعًا أن نسهم في تحقيقها أم أنها ستظل مهمومة فقط بتجميع أقصى ما يمكن تجميعه من درجات لأبنائها؟
- هل المجتمع والمناخ الاجتماعي السائد في حالة استعداد لتسقبل فكرة أن يكون للمتعلم دور نشط وإيجابي في عملية التعلم، أم أنه سينظر إلى ذلك على أنه قصور من المدرسة وتخلٍّ من المعلم عن القيام بدوره؟
- أيضًا، هل المجتمع مدرك لقيمة أن تنمية التفكير لدى الأبناء أكثر أهمية من قيامهم بترديد ما تم تقديمه لهم؟
- هل التقويم يهتم بتعرف مدى اكتساب المتعلم لقدرات تفكيرية أم أنه سيظل قاصرًا على قياس مقدار ما حفظه المتعلم من معلومات؟

إن الرسالة التي نريد أن نوصلها هنا أن التنمية العقلية لأبنائنا مسئولية مشتركة بين الجميع؛ المدرسة والأسرة والمجتمع.

وإذا كنا في الصفحات التالية سوف نلقي مزيدًا من الضوء على دور المعلمين في تنمية القابليات العلمية والرياضية للمتعلمين، فإنه يجدر بنا قبل ذلك أن نحدد أهم الشروط التي ينبغي توفيرها لتحقيق تعلم مفاهيمي حقيقي.

الشروط التي ينبغي توفرها لتحقيق تعلم مفاهيمي فعال:

في البداية ينبغي أن نحدد المقصود بـ«التعلم المفاهيمي» Concept Learning. لقد سبق أن أوضحنا أن المفهوم هو استخلاص أو تجريد، يقوم به المتعلم نفسه، للخاصية أو السمة أو الصفة المشتركة التي تجمع بين عدد من الأشياء أو الظواهر أو الأحداث. وهذا الاستخلاص أو التجريد يطلق عليه تسمية معينة. فإذا ما قلنا «التنفس»، فإن هذه التسمية تمثل استخلاصًا أو تجريدًا يعبر عن خاصية مشتركة بين الكائنات الحية، وهي أنها تحصل على الأكسجين من البيئة المحيطة وتخرج إليها

ثاني أكسيد الكربون. وهكذا الأمر مع مئات وآلاف المفاهيم الأخرى مثل: التمدد -الإخراج- التغذية- التوصيلية الحرارية- التوصيلية الكهربية- المغناطيسية- الأكسدة- الاختزال... إلخ.

قد يقول قائل: إننا بالفعل نقدم هذه الكلمات والمصطلحات لطلابنا في المدارس. هذا صحيح، ولكنها لا يمكن أن يطلق عليها في هذه الحالة مصطلح «تعلم مفاهيمي». لماذا؟ لأن «التعلم المفاهيمي» هو بمثابة مرآة تعكس ما قام به المتعلم من جهد تعلمي حقيقي وأصيل لاكتساب هذه المفاهيم؛ بحيث تصبح في النهاية جزءًا من مخططاته وأبنيته العقلية الوظيفية، ولا تكون مجرد كلمات أو تعريفات يقوم بترديدها ثم تطرد من ذاكرته بعد ذلك.

إن هذا يتطلب من المتعلم أن يقوم بالاستكشاف بنفسه ليستبصر الخواص أو الصفات المشتركة بين الظواهر، ثم يطلق على ما استبصره اسمًا معينًا هو المفهوم. ويشترط في المفهوم أن تكون له قابلية للتعميم، أي يستطيع المتعلم تطبيقه على مواقف أخرى جديدة غير تلك التي تم فيها اكتسابه.

هنا فقط يمكن القول: إن تعلمًا مفاهيميًا قد حدث. حيث المتعلم قد تفاعل مع الأحداث والظواهر بنفسه، واكتشف ما بينها من خواص وصفات مشتركة، وأدرك ما بينها من علاقات، ثم توصل إلى مفهوم ما أصبح -أي المفهوم- جزءًا أصيلاً من بنيته العقلية، بدليل أنه قد أصبح قادرًا على تعميمه إلى مواقف أخرى جديدة.

وهنا أيضًا ينبغي أن نكون مدركين أن ما يكتسبه متعلم ما من مفاهيم قد يختلف، من حيث الكم والنوع، عما يكتسبه متعلم آخر، وذلك من منطلق أن هناك فروقًا وتباينات في النمو، من جميع جوانبه، بين الأفراد. فقد يكون لدينا طفلان في نفس العمر تقريبًا، أحدهما محتفظ بالعدد والآخر غير محتفظ بالعدد، في هذه الحالة فإن الطفل المحتفظ بالعدد من المتوقع أن تكون قابليته لاكتساب مفاهيم العدد أكبر من قابلية زميله الآخر.

في ضوء ذلك، فإنه لكي يحدث تعلم مفاهيمي، وفقًا للتوضيح الذي أوردناه آنفًا وليس وفقًا للعرف السائد في مؤسساتنا التعليمية، فإن هناك شروطًا معينة ينبغي أن تتوافر، منها(*).

أولاً: إدراك أن هناك فروقًا وتباينات في المستويات النمائية بين الأطفال، وهو ما يؤدي إلى وجود فروق وتباينات في قدراتهم على الاستيعاب المفاهيمي. وهذا الشرط يتطلب منا كآباء وكمربين أن نكون على بينة من تلك الفروق الفردية، ومن ثم لا نقوم بتحميل الطفل متطلبات معرفية ومفاهيمية تفوق قابلياته العلمية والرياضية.

ثانيًا: إدراك أن التعلم المفاهيمي يرتبط ارتباطًا قويًا بالمستوى النمائي للطفل وأنه -أي التعلم المفاهيمي- يحدث كنتيجة لتفاعلات الطفل المباشرة واحتكاكاته الفعلية بالأحداث والظواهر، الأمر الذي يمكّنه من تذويت internalizing هذه الأفعال (أي استدخالها وجعلها جزءًا أساسيًا من بنيته العقلية المعرفية).

وفي هذه الصدد، فإنه ينبغي علينا أن نفرق بين التعلم المفاهيمي وبين اكتساب المهارات، ففي حالة اكتساب المهارات فإن عامل التدريب ذو أهمية كبيرة، بينما في حالة التعلم المفاهيمي، فإن التذويت الناجم عن تفاعلات المتعلم المباشرة مع الأحداث والظواهر وقيامه بنفسه باستبصار العلاقات وإدراك الخواص المشتركة... هذا التذويت هو الأساس.

ثالثًا: إدراك أن التعليم اللفظي المباشر ذو أثر محدود للغاية في إحداث تطور عقلي أو تقدم في المستويات النمائية للطفل، ومن ثم فإنه لا يؤدي إلى تمكين الأطفال من الاستيعاب المفاهيمي لما يقدم لهم.

بمعنى آخر، فإن الأصل في إحداث تعجيل للنمو العقلي للطفل هو ما يقوم به الطفل نفسه وبشكل مباشر من أفعال وتفاعلات مع البيئة من حوله، بشقّيها المادي والاجتماعي، وليس ما يتلقاه من دروس وكلمات ممن هم أكبر منه، بما في ذلك المعلم.

(*) (Good, 1977, pp.215-230).

في ضوء هذا الفهم، فإننا نجد أن الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم AAAS قامت في الستينات من القرن الماضي، واستنادًا إلى تصورات بياجيه، بإعداد برنامج في العلوم لأطفال المرحلة الابتدائية يتمحور حول مجموعة من العمليات (الأساسية والتكاملية) التي يمارسها الطفل بنفسه ليصل إلى نواتج معرفية استخصلها هو نتيجة هذه الممارسات. هذا البرنامج كان موجهًا نحو العمليات Process Oriented وليس نحو النواتج المعرفية المعدَّة مسبقًا. وقد أطلق على هذا البرنامج اسم «العلوم: مدخل عملياتي» «Science: A Process Approach» ويختصر SAPA. ولا يخفى على مشتغل بالعلوم اليوم أن معظم برامج تعليم العلوم، إن لم يكن كلها، بالمرحلة الابتدائية في أي مكان في العالم تعتمد ذلك المدخل أساسًا لولوج الطفل إلى دنيا العلوم والتربية العلمية.

ومع قوة تأثيرات بياجيه على مناهج العلوم والرياضيات على المستوى العالمي، فإن السؤال الذي يبقى الآن: هل نحن -كآباء وكمربين- ندرك الفلسفة التي بنيت في ضوئها هذه المناهج، ومن ثم نسير في تعاملاتنا مع الأطفال وفقًا لهذه الرؤية؟ وهل المجتمع يساند مثل هذه التصورات، أم إن الغرائز المجتمعية تقف حجر عثرة في طريق أي تنمية عقلية حقيقية لأبنائنا؟

هذه الأسئلة، والأسئلة السابق ذكرها، تحتاج إلى رؤية متعمقة وتحليل ناقد يتجاوز حدود هذا الدليل. ولكن يكفينا هنا أن نحدد في عبارات قليلة ما يمكن للمعلم، ومن ثم المربي، أن يقوم بعمله من أجل إحداث تنمية حقيقية للقابليات العلمية والرياضية لأبنائنا.

واجبات المعلم كميسر في عملية إنماء القابليات العلمية والرياضية:

الأصل في دور المعلم، من منظور تنمية القابليات العلمية والرياضية، أن يكون ميسِّرًا لما يقوم به الطفل من أنشطة Activity Facilitator، وليس مقوِّمًا Evaluator ولا مدرسًا، ولا ناقدًا. فالمعلم الذي يناط به دور الميسِّر، ينبغي أن يتجنب توجيه الأطفال لممارسة أنشطة مقررة مسبقًا، وإنما ينبغي، بدلاً من ذلك، أن يشجع المتعلمين على ممارسة ألوان التفكير التباعدي.

إذا رجعنا إلى شـروط التعلم المفاهيمي لوجـدنا أولها أنه مطلوب من المعلم أن يدرك أن هناك تبـاينات بين المتـعلمـين من الناحـيـة العـقليـة. ولكي يدرك هذه التباينات، فـإنه لابد من وجود أنشطة يمارسها الأطفال لكي يتـعرف على الفروق الفردية بينهم. أيضًا، فـإن الشرط الثاني هو أن يدرك أن التعلم المفـاهيمي يحدث كنتيجة لتفاعلات الطفل المباشرة مع الأحداث والظواهر، بما يمكِّنه من تذويت هذه الأفعال. وهذا يتطلب من المعـلم أن يوفر للمتعلمين أكـبر قدر ممكن من الأنشطة والخبرات التي يتفاعلون معها، كل وفق قابلياته.

في ضوء هذا الفهم، فإن على المعلم أن يتجنب:

١- التدريس المباشر.

٢- توجيه الأطفال إلى نتائج مقررة مسبقة.

٣- نقد ما يقومون به من أفعال.

٤- تقديم أسئلة مباشرة.

٥- تصنيف إجابات الأطفال إلى إجابات صحيحة وإجابات خاطئة.

إن الطفل ينبغي أن يحيا حياته العقلية بأكبر قدر من الثراء والخصوبة والفاعلية، وهي أمور لا تتـأتى إلا إذا كنا -كمعلمـين وكآباء وكمجـتمع- على وعي بقيـمة العقل وبسمو مكانة التفكير كضرورة للنهوض بأبنائنا وبالمجتمع.

في ختام هذا الدليل نود أن نؤكـد على أننا قد حرصنا على تقديم وجبـة عقلية متوازنة بين الرؤية الأكـاديمية التخصصـية وبين الرؤية التربوية التثقيـفية التنويرية، وذلك في إطار عـملي مـبسط يستطيع كل من المربي والمعـلم أن يمارسـه داخل المدرسة وفي البيت وفي البيئة.

***

قائمة المراجع

1- Cohen, J. & Hansel, C. (1955). the Idea of Independnce. **British journal of Psychology**, 46, 178 - 190.

2- Copalend, Richard W. (1979). **How children Learn Mathematices: Teaching Implications of Piaget's Research**, 3rd ed. New York: Macmillan publishing Co., Inc.

3- Emery, Joyce. (1973). **The status of certain probability conceptes and combinational Abilitities of high school Biology and the effect of Genetics Instruction on these Cognitive characteristies**. Ph.D. Dissertation. florida state university.

4 - Good, Ronald D. (1973). An unpublished study Reporting the Results with college seniors of a 16 - item Instrument designed to assess selected cognitive characteristics of Adolesceents and Adults. Department of Science education, florida state university.

5 - Good, Ronald G. (1972). **coordination of 2- and 3- Dimensional Perspective in Grades K - 4**. florida State university devlopmental Research school.

6 - Good, Ronald G & Matthews, charles. (1973). cognitive devlopment characteristics of children in Grades 1 - 5. A study presented at: **the 46th Annual meeting of the national Association for Research in Science Teaching**. detriot.

7- Good, Ronald G (1977). **How Children Learn Science: Conceptual Devlopment & Implications for Teaching**. New York: Macmillan puplishing Co. Inc.

8 - Inhelder, Barbel & Piaget, Jean. (1955). Dela logique de L'enfant a la

logique de l'adolescent. Translated to English by A. parsons & S. seagrin. (1958). **The Growth of logical Thinking from Childhood to Adolescence**. New York: Basic Books, Inc.

9 - Karplus, Robert & Peterson, Rita. (1970). **Intellectual Devlopment Beyond Elementary school 11: Ratio: A survey**. Science Curriculum Improvement Study. University of California: Berkeley.

10- Kofsky, Ellin. (1966). A Scalogram study of Classificatory Devlopment. **Child Devlopment,** 37 (1).

11- Laurendeau, Monigue & Pinard, Adriem. (1962). **Causal Thinking in the Child**. New Youk: International Universities Press.

12- Lovell, K. & Oglivie, E. (1961). The Growth of the Concept of Volume in Junior High School Children. **Jounal of Child Psychololgy and Psychiatry**, 2, 118 - 126.

13- Piaget, Jean. (1953, November). How Children Devolop Mathematical Concepts. **Scientific American.**

14- Piaget, Jean & Inhelder, Barbel. (1963). **The Child's Conception of Space**. New York: Humantisies press.

15- Piaget, Jean; Inhelder, Barbel & Szeminska, Alina. (1960, 1st published in French in 1948). **The Child's Conception of Geometry,** London: Routldge and Kegan Paul.

16- Piaget, Jean & Szeminska, Alina. (1952, 1st published in French in 1941). **The Child,s Conception of Number.** London Routledge and Kegan paul.

17- Uneso unicef cedo. (1972). **Asian Expert Seminar on the Development of Science, Mathematice Concepts in Children:** Final Report. Bangkok, 29 May - 10 June 1972). Unesco Regional Office for Education in Asia, Bangkok, thailand.

الفهرس

القسم الثاني

الفصل الثالث: مفاهيم وعمليات حاكمة في التطور العقلي

القسم الثالث: مفاهيم تنمو خلال مرحلة العمليات الحسية

الفصل الرابع: التصنيف

الفصل الخامس: السَّلسلة والعدد

الفصل السادس: المفاهيم الخاصة بالحيز

الفصل السابع: المفاهيم المتصلة بالقياسات

الفصل الثامن: الزمن والحركة

الفصل التاسع: الصورة العقلية في مرحلة العمليات الحسية

القسم الرابع

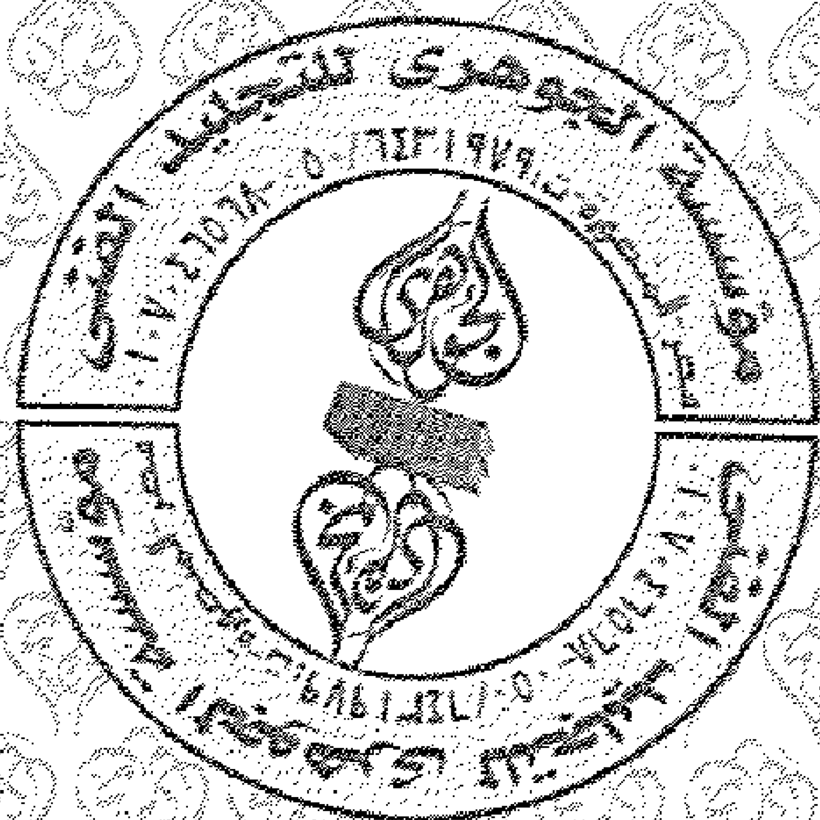
الفصل العاشر: مفاهيم تنمو خلال مرحلة العمليات الشكلية

القسم الخامس:

الفصل الحادي عشر: تضمينات للآباء والمربين

***


مؤسسة الجوهري للتجليد الفني


مؤسسة الجوهري للتجليد الفني

هذا الكتاب

تتمنى كل أسرة أن يتمتع أبناؤها بعقلية ذات بنية علمية ورياضية تواكب هذا الكم الهائل من التكنولوجيا. وتشييد مثل هذه العقلية ينبغي أن يخطط له منذ السنوات المبكرة جدًا في عمر الأبناء، وهذا أمر يستلزم قيام الأسرة بدورها المنوط بها.

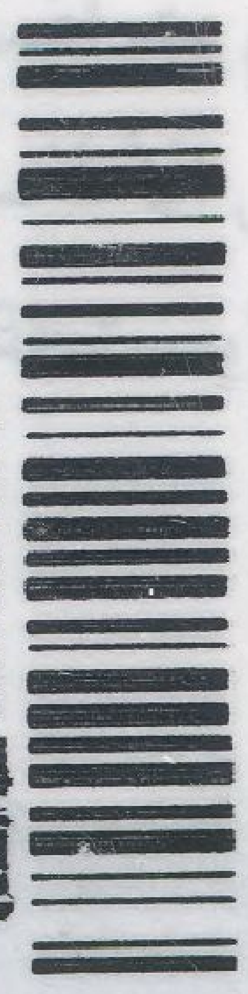
ونود أن نؤكد على أن المسألة ليست بالشاقة أو العسيرة، فكل ما نحتاجه لتكوين مثل هذه العقلية العلمية الرياضية أن يكون الأبوان على قدر مناسب من التعليم والتأهيل والثقافة، يتبعه قراءة هذا الكتاب المبسط وتمعن محتوياته والإفادة من الأنشطة الواردة فيه.

إننا – ونحن نقدم هذا الكتاب للآباء والمربِّين والمتخصصين – على ثقة بأن الجميع يدركون أهمية بناء مثل هذه العقلية العلمية الرياضية.

إن تسليح الأبناء بمثل هذه العقلية هو طريقهم للتعامل مع كل جانب من جوانب حياتهم بكفاءة، وهو سبيلهم للتحرك نحو المستقبل بأمان وطمأنينة وثقة، وهو أداة المجتمع التي بها يتمكن من أن يجد لنفسه مكانًا مناسبًا على خريطة العالم.

إن هذا الكتاب بمثابة دليل عملي مبسط مدعوم بالأمثلة في كل صفحاته، يوضح الكيفية التي يمكن للآباء والمربين أن يتعاملوا بها مع الأطفال بالشكل الذي يؤدي إلي تحقيق أفضل تنمية عقلية لهم من المنظورين العلمي والرياضي.

والله – نسأل أن نكن قد وفِّقنا من خلال هذا الدليل لتقديم إسهام ... للمعنيِّين بالتطور العقلي عامة وتنمية القابليات العلمية والرياضية ... خاصة، وللآباء والمربِّين، ولمجتمع يفترض فيه أنه يتطلع إلي مكانة متـ... بين الأمم.



I.S... ...04-0

دار النشر للجامعات
ص.ب (١٣٠ محمد فريد) القاهرة ١١٥١٨
تليفون: ٢٦٣٤٧٩٧٦ - ٢٦٣٢١٧٥٣ تليفاكس: ٢٦٤٤٠٠٩٤
E-mail.darannshr@link.net